DE

FIBRAE MUSCULARIS REACTIONE UT CHEMICIS VISA EST ACIDA.

COMMENTATIO

QUA AD AUDIENDAM PRAELECTIONEM

PRO LOCO

IN FACULTATE MEDICA

RITE OBTINENDO

DIE XXVI. MENSIS MARTII HORA I.

PUBLICE HABENDAM

INVITAT

AUCTOR

AEMILIUS DU BOIS-REYMOND

MED. ET CHIR. DOCT. PROF. PUBL. ORD. LABOR. REG. PHYSIOL. DIRECT. COLL. SUPR. EXAM. MED. HAB. CONST. SOC. ACAD. SCIENT. REG. BOR. SOCIET. PHYS. BEROL. SOCIET. NAT. SCRUT. HALL. SOD. ORD. ACAD. SCIENT. IMPERIAL. VIENN. ACAD. NOV. LYNC. PONTIF. ROM. SOD. EPISTOL. SOCIET. NAT. SCRUT. GORLIC. SOCIET. PHYS. GENEV. SOD. HONOR. ETC.

BEROLINI.

PROSTAT APUD GEORGIUM REIMER.

MDCCCLIX.

§. I.

QUAE CHEMICI DE MUSCULORUM REACTIONE ACIDA DOCUERUNT EXPONUNTUR.

Succum e carne animalium recens necatorum expressum, carnemque muscularem ipsam, charta exploratoria indagatam, reactionem acidam praebere, chemicorum ipse princeps Berzelius anno 1807 primus observavit. Acidum, quod reactionem illam efficit, lacticum esse omnibus, quae ei tum praesto erant, auxiliis usus demonstravit[1].

Anno 1828 E. Aug. Sigm. Schultze, eo tempore Professor Friburgensis, quum in libro de anatomia comparata conspectum reactionum diversissimorum corporis fluidorum dedisset, sero substantiae muscularis Esocis lucii, Salmonis farionis, Ranae temporariae, Bufonis, Lacertae, Gallinae, Felis domesticae, Cuniculi, Canis, Hominis, aut in vivis aut in modo necatis animantibus examinato, reactionem tribuit acidam, his additis adnotationibus: »Saures milchsaures (essigsaures) Na»tron scheint die Ursache der allgemein sauren Reaction zu sein. Beim Grasfrosch »(R. temporaria) fand ich den Querschnitt des Muskels stellenweise sauer und al»kalisch, das Letztere rührte vielleicht vom Serum des verbindenden Schleimge»webes her. Das Herz scheint unter allen Muskeln am stärksten sauer zu sein[2].«

Recentiori tempore Ill^m Justum Liebig primum de Berzelii sententia dubitasse, deinde vero, quum de carne musculari disquisitiones fecisset celeberrimas, illam confirmasse atque emendasse, nemo est qui ignoret. Suam ipsius de acidae carnis muscularis reactionis causa sententiam Liebig hisce verbis expressit: »Die

[1] Lehrbuch der Chemie u. s. w., übersetzt von F. Wöhler. 4. Aufl. Bd. IX. Dresden und Leipzig 1840. S. 569 *. — Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und Mineralogie u. s. w. 27. Jahrgang (Ueber 1846). Tübingen 1848. S. 586 *.

[2] Systematisches Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Erste Abth. Allgemeine Anatomie. Berlin 1828. Tabelle I zu S. 135 *.

»Inosinsäure macht einen zu kleinen Theil der Fleischflüssigkeit aus, als dafs »man derselben einen merklichen Antheil an der sauren Beschaffenheit der Fleisch- »flüssigkeit zuschreiben konnte, und es ist demnach diese abhängig von der »Gegenwart von saurem, milchsaurem Alkali und saurem, phosphorsaurem Al- »kali (dem Salz der Phosphorsäure mit 1 At. Alkali), oder wenn man will, von »den neutralen Salzen dieser Basen in Verbindung mit freier Milchsäure und freier »Phosphorsäure [1].«

Acidum lacticum e carne paratum, quamvis cum eo, quod e saccharo certo fermentationis genere, a Cl° Pasteur nuper accuratius indagato [2], oritur, in compositione chemica elementaria conveniat, tamen auctoribus Liebig [3], Engelhardt [4] et Heintz [5] ab eo levibus quibusdam salium, quae connubio cum calcio, zinco, plumbo, argento, aliis metallis oxydatis formantur, discriminibus separatur. Quamobrem Engelhardt acidum lacticum e carne paratum »a Milchsäure«, Heintz vero paralacticum nominari voluit. Alii »Fleischmilchsäure, acide sarcolactique« vocant. Cl^s Strecker nuper acidum paralacticum ab acido lactico ita discrepare demonstravit, ut primum monobasicum sit ejusque compositio formula $HO, C^5 H^5 O^5$ exprimatur, alterum vero auctore Gerhardt bibasicum formula $2HO, C^{12} H^{10} O^{10}$ utatur. Non ejusdem substantiae igitur mera utrumque acidum modificatio est, duae potius sunt substantiae, ejus generis, quod Berzelius polymericum vocavit, quarum vero una, acidum scilicet paralacticum, digestione in temperatura 130—140 °C. in alteram, acidum lacticum commune, converti potest [6].

Praeter acidum lacticum paullo post Cl^i Liebig observationes supra commemoratas Ill^s Scherer in carne cordis bovini, ejusque discipulus Dr. Wydler in

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1847. Bd. LXII. S. 335°: — Chemische Untersuchung über das Fleisch und seine Zubereitung zum Nahrungsmittel. Heidelberg 1847. S. 79°; — Cfr. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences etc. 18 Janvier 1847. t. XXIV. p. 69°.

[2] Comptes rendus etc. 30 Novembre 1857. t. XLV. p. 913°.

[3] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. A. a. O. S. 330. Anm.°; — Chemische Untersuchung über das Fleisch u. s. w. S. 74. Anm.°.

[4] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1848. Bd. LXV. S. 359°.

[5] Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. 1848. Bd. LXXV. S. 391°; — Heintz, Lehrbuch der Zoochemie. Berlin 1853. S. 236°.

[6] Annalen der Chemie u. Pharmacie u. s. w. 1854. Bd. XCI. S. 359°; — 1858. Bd. CV. S. 313°.

carne humana, acida quaedam volatilia, ad seriem acidorum pinguium quae dicitur homologam pertinentia, acidum nempe butyricum, aceticum, atque fortasse formiceum, detexerunt[1]. Cui acidorum in carne musculari contentorum catalogo Cl[s] Moleschott acidum oxalicum quoque addi voluit[2]. Quae quidem sententia mox a Cl[o] Grohé refutata est[3].

Omnes hae disquisitiones in schola chemica, quae in Germania floret, factae sunt. Anno 1855 vero Gallici quoque duumviri, rei chemicae atque zoologicae aeque periti, A. Valenciennes et Frémy, carnis muscularis compositionem chemicam in diversis animalium classibus rimati ac de reactionis acidae causa ita opinati sunt: »Le corps qui donne de l'acidité aux muscles de tous les vertébrés »devait ensuite attirer notre attention; il nous a paru intéressant d'isoler ce prin- »cipe et de le soumettre à l'analyse. Il est résulté de nos recherches à cet égard »que si, dans quelques cas, l'acidité des muscles est due à l'acide lactique, le corps »qui rend la fibre musculaire fortement acide, est ordinairement le phosphate acide »de potasse, qui, d'après nos analyses, a pour formule KO, $2HO$, PhO_5[4].«

Sic de reactionis musculorum acidae causa satis disputatum est, nec umquam (paucissimis, quae mox afferam, exemplis exceptis) dubitatum est, musculos in vivo animalium corpore totam acidi liberi copiam vere continere, quae post mortem ex iis parari potest. Quae sententia chemicis omni tempore ita per se intelligi visa est, ut de necessitate eam experimentis comprobandi nemo cogitaret, Ill[s] Liebig autem conjecturarum ingeniosissimarum seriem locupletissimam adeo confidenter ei superstrueret. Quarum una praeter alias ad nos pertinet, quippe qua acido musculari (quemadmodum brevitatis causa dicere nobis liceat) flumen galvanicum gignendi munus hisce verbis, non admodum perspicuis, adsignat:

»Die Blut- und Lymphgefäfse enthalten eine alkalische Flüssigkeit; die sie »umgebende Fleischflüssigkeit ist sauer, die Substanz dieser Gefäfse selbst ist für »die eine oder andere dieser Flüssigkeiten durchdringlich. Es sind dies zwei Be- »dingungen zur Hervorbringung eines elektrischen Stromes, und es ist wohl nicht

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1849. Bd. LXIX. S. 196*.

[2] Vierordt's Archiv für physiologische Heilkunde u. s. w. 1852. S. 492*.

[3] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1853. Bd. LXXXV. S. 233*.

[4] Comptes rendus etc. 5 Novembre 1855. t. XLI. p. 736*; — Annales de Chimie et de Physique. 1857. 3[me] Série. t. L. p. 171*.

»unwahrscheinlich, dafs ein solcher an den vitalen Processen einen gewissen An- »theil nimmt, obschon seine Wirkung in eigentlich elektrischen Effecten nicht immer »wahrnehmbar ist[1].«

Acidi liberi in omnibus animantis musculis contenti copiam Liebig tantam existimat, ut alkali copia, in sanguine contenta, ad saturandam illam in plerisque animalibus vix, in Lepore timido, cui solito minorem sanguinis copiam tribuit, certe haud sufficeret[2].

Similiter Cl[s] Lehmann ratiocinatus est, qui praeterea musculos striis transversis carentes, tunicam muscularem scilicet ventriculi porcini atque aortae bovinae, reactionem acidam praebere demonstrasse sibi visus est[3].

Enderlin vero jam anno 1844 dixerat: »Frisches Fleisch habe ich nie sauer »reagirend gefunden, wie dieses häufig angegeben wird. Es zeigte fast immer »schwache alkalische Reaction, selten fand ich es neutral[4],« nec non E. a Bibra posteriori anno scripsit: »Stark sauer habe ich die Flüssigkeiten des ganz frischen, »noch mit thierischer Wärme versehenen Fleisches nicht reagirend gefunden. Oefters »habe ich allerdings saure Reaction angetroffen. Fast immer war aber dies der »Fall bei Fleisch, welches längere Zeit gelegen hatte. Hingegen habe ich auch »ebenfalls ganz frisches Fleisch bisweilen gar nicht sauer reagirend gefunden .... »Es scheint demnach, dafs eine freie Säure im Muskelfleisch vorkommt, wenn- »gleich nicht immer, und dafs bei Fleisch, welches längere Zeit liegt, sich mehr Säure bildet[5].«

Qui viri metam propemodum tetigere. Enimvero sententiam eorum, qui acidum in musculis vivis praeformatum esse censent, et eas, quae ex illa deductae sunt, theorias a vero maxime alienas esse, experimentis satis simplicibus hoc in commentariolo descriptis demonstrabo. Acidum in carne musculari a

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. A. a. O. S. 339*; — Chemische Untersuchung über das Fleisch u. s. w. S. 83*. — Comptes rendus etc. 18 Janvier 1847. t. XXIV. p. 70*.

[2] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. A. a. O. S. 289*; — Chemische Untersuchung über das Fleisch u. s. w. S. 33*.

[3] Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig. Bd. I. 1850. S. 109*; — Bd. III. 1852. S. 72. 98 ff.*. — Cfr. infra §. XII.

[4] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1844. Bd. L. S. 64*.

[5] Roser und Wunderlich, Archiv für physiologische Heilkunde. 1845. S. 566*.

chemicis observatum, in vivis musculis plerumque non invenitur, sed aut in iis diverso modo emorientibus formatur, aut in contractione musculorum oritur.

Qua via ad detegendum singularem istum chemicorum errorem perductus sim, quem mirabile dictu per quinquaginta annos nemine repugnante propagarunt, nunc primum breviter enarrabo[1].

§. II.

EXPERIMENTIS DEMONSTRATUR, IN MUSCULI SECTIONE TRANSVERSA FLUIDUM ORIRI AD CORRODENDAM FIBRAM MUSCULAREM APTUM.

Innumeris fere in animali electricitate periculis fretus ante hos octo annos stratum in musculorum sectione transversa naturali situm demonstravi[2], quod

[1] Ill[s] Justus Liebig in Epistolis de re chemica familiaribus anno 1851 tertium editis: »die »freie Säure der Fleischbrühe« inquit »scheint erst in Folge einer Veränderung zu entstehen, »welche ausnehmend rasch nach dem Tode eintritt, oder durch das Kochen bewirkt wird; die »Muskeln frisch getödteter Thiere, vor dem Eintreten der Todtenstarre, färben blaues Lakmus»papier nicht roth.« (Chemische Briefe von Justus Liebig. Dritte Auflage. Heidelberg 1851. S. 551 °; — Vierte Auflage. Leipzig und Heidelberg 1859. Bd. II. S. 134 °. — Cfr. Lehmann in Fortsetzung von L. Gmelin's Handbuch der Chemie. Heidelberg 1857. Bd. VIII. Abth. II. S. 488 °.)

Hanc sententiam, ab illa, quam paucis annis ante tam clare promulgaverat, plane abhorrentem Liebig nullo experimento, nulliusque auctoris testimonio fulcire conatus est. Ecce novae hujus summi viri opinionis origo. Filius ejus, amicissimus mihi Georgius a Liebig, annum 1850 Berolini degit, studiis physiologicis in mea societate deditus. Experimenta mea de reactione musculorum in statu vivente neutrali etc. cum eo communicavi, qui, Giessae redux, patri ea enarravit. Ipse Georgius a Liebig, deinde pater Ill° Th. L. Bischoff socio, tentamina instituerunt, quibus verum me dixisse edocti sunt. Hoc amicus ille literis, calendis Maji anni 1851 humaniter datis, quas adhuc gratus servo, mihi retulit. Experimenta mea, reactionem musculorum in statu vivente, cum sanguine repletorum, tum aqua saccharina injecta ab eo liberatorum, neutralem; musculorum vero rigentium pariterque musculorum aqua tepida immersorum, acidam; acidificationem denique musculorum frequenter convulsorum sistentia, ego die XX Decembris anni 1850 cum Societate physica Berolinensi communicavi, in cujus tabulario enarratio eorum, quam Cl[i] viri Kroenig et Wiedemann subscriptis nominibus suis testati sunt, adhuc servatur. (Cfr. Die Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851. Dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. VI. und VII. Jahrgang. Redigirt von Dr. A. Kroenig und Prof. Dr. W. Beetz. Berlin 1855. S. VII.)

[2] Bericht über die ... Verhandlungen der Königlich Preufsischen Akademie der Wissenschaften. Juni 1851. S. 380; — Die Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851. Dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. Berlin 1855. S. 763.

nomine vocavi strati parelectronomici, cujusque vis electromotiva negativa, i. e. a sectione transversa per arcum conductorem ad sectionem longitudinalem directa est, et reliqui musculi vim electromotivam certis conditionibus superat, aliis conditionibus ei par est, ita ut sese invicem tollant et ad nihilum redigant, plerumque autem ea minor est, ita ut flumen galvanicum musculi consuetam directionem obtineat, justo quidem plus minus debilius evadens.

Hujus strati vis electromotiva si laesione, quam illud quolibet modo accipit, minuitur, flumen musculi galvanicum statim pari modo incrementum capit. Laesio strati parelectronomici, tale incrementum efficiens, triplex esse potest, mechanica, caustica, chemica. Si chemica illa est, incrementum positivum fluminis musculi galvanici eo majus erit atque citius eveniet, quo substantia chemice agens stratum parelectronomicum citius ae vehementius corrodet. Verumtamen et debilissima actio chemica, certo tempore praeterlapso, sufficit, ut flumen illud leve incrementum capiat. Itaque alicujus substantiae ad aponeurosin Achillei tendinis, quae sectionem transversam naturalem inferiorem omnium musculi gastrocnemii fasciculorum in rana obtegit, applicatio quasi novum reagens constituit, cujus ope facile detexeris, utrum substantia applicata telam muscularem corrodat, necne; nec talis actionis ullum fortasse exstat signum certius atque subtilius.

Quae quum invenissem, occasione quadam, quam nihil attinet hoc loco commemorare, musculi gastrocnemii in statu quem dico parelectronomico versantis aponeurosin, quae in Achilleum tendinem desinit, in sectionem transversam alius musculi artificialem per certum tempus collocavi. Quo facto quum ope multiplicatoris electro-magnetici in statum fluminis musculi galvanici inquirerem, maxima cum admiratione ejus intensitatem valde auctam observavi. Quod minime evenit, quum aponeurosin in sectionem transversam naturalem, aponeurosi vestitam, vel in sectionem longitudinalem tam naturalem quam artificialem alius musculi vel per longissimum tempus collocassem.

Itaque necessitas mihi est imposita, ut statuam, aut musculi fasciculis fluidum inesse ad contentum eorum corrodendum aptum, quod absurdum videtur, aut in sectione musculi transversa artificiali tale fluidum paullatim evolvi, morte quidem seu decompositione illarum fasciculorum partium, quae sectioni propinquae sunt.

Hanc ultimam conjecturam facillime experimento comprobavi. Quum enim

duorum musculorum ranae gastrocnemiorum, qui in statu parelectronomico versabantur, alterum sectioni transversae musculi recenter factae, alterum tali sectioni jam aliquot horas ante factae imposuissem; eodem temporis spatio praeterlapso, flumen galvanicum illius gastrocnemii, cujus aponeurosis veterem sectionem tetigerat, multo magis auctum inveni quam flumen alterius gastrocnemii, cujus aponeurosis recenti sectioni incubuerat.

§. III.

FLUIDUM AD CORRODENDAM FIBRAM MUSCULAREM APTUM, QUOD IN SECTIONE MUSCULI TRANSVERSA EVOLVITUR, ACIDUM ILLUD ESSE OSTENDITUR, A CHEMICIS IN MUSCULIS OBSERVATUM.

Nec diu in dubio remansi, quodnam fluidum illud esset, fibram muscularem corrodens, quod in musculi sectione transversa artificiali mox evolvitur.

Quum quidem ante hos septemdecim annos fluminis musculi galvanici legem primum detexissem, differentiam electricam inter sectiones musculi longitudinalem atque transversam sistentem, nihil mihi fuit antiquius, quam in alterius sectionis reactionem chemicam chartae exploratoriae auxilio inquirere. Perbene enim ista Chemicorum tentamina ad reactionem carnis acidam spectantia noveram, quin in amicissimi viri Ernesti Bruecke societate, quum in rigoris mortualis causam inquireret, anno 1841 experimentum in Lepore cuniculo feceram, cui aquam tepidam in aortam abdominalem injecimus, donec aqua pura e vena cava inferiore fluxit; deinde musculos extremitatum inferiorum celerrime abreptos prelo subjecimus, ut fluidum sponte coagulabile exprimeremus, succumque expressum, quod quidem albumen tantum continebat, acidam reactionem satis vehementem praebere observavimus[1]. Quid ad explicandam illam sectionum musculi differentiam electricam commodius videri potest, quam in musculi fasciculis acidum fluidum, extra vero sanguinis et lymphae alkali, membranis permeabilibus sejuncta? Quid prima specie manifestius, quam electrochemica hac ex causa fluminis musculi galvanici vulgaris origo? Id quod postea et Cl[s] Liebig, ut supra notavimus, recte monuit.

[1] Cfr. Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. Berlin 1849. S. 158. Anm.; — Heintz, Lehrbuch der Zoochemie. Berlin 1853. S. 637*.

Quum igitur tentamen instituissem, non paullum obstupui, in musculis ranae recens necatae, sicut ad electricitatem animalem indagandam adhiberi solent, nullum reactionis acidae vestigium satis perspicuum me invenire posse.

Illo vero tempore, quum gravissimarum de electricitate animali quaestionum copia quasi obrutus essem, quumque aliis ex causis talem fluminis musculi originem repudiandam esse bene novissem, rem illam non amplius prosequutus sum, caeterum conjiciens, acidum musculare in sectione transversa sanguinis et lymphae alkali forsan hebetatum fuisse.

Nunc vero, postquam fluidi fibram muscularem corrodentis evolutionem spontaneam in emorienti musculi sectione transversa supradicto modo animadvertebam, conjectura hac vix amplius opus erat. Multo magis enim ea mihi arridebat sententia, fluidum illud acidum esse, a Chemicis in carne observatum, Chemicosque, quod attinet acidi in musculis vivis praeexistentiam, in errorem eo inductos esse, quod populari voci »frisches Fleisch« pravum sensum tribuerint.

In culina nimirum recentem seu integram carnem illam appellamus, quae ad cibum parandum adhuc idonea est; haec autem caro revera recens minime est. Physiologis enim caro recens ea tantum est, quae nondum rigore correpta irritamentis applicatis sese rite contrahit, illaesaque facultate electromotiva gaudet.

Soli pisces atque ranae, gallinaeque in quibusdam Germaniae regionibus, in hoc statu vere recente ollae coquinariae traduntur, astaci imo in statu vivente. Caro aliorum animalium, antequam ad edendum idonea nobis videatur, certam mutationum seriem percurrere debet, qua absoluta mollior evadit. Primo quidem rigore mortis corripitur. Deinde rigor sepseos progressu paullatim resolvitur. Hoc in stadio putredinis incipientis, quo signorum ejus fastidiosorum sane adhuc expers est, caro versatur coquis, Chemicisque hucusque, recens dicta. Carnem ferinam etiam magis in putredine progredi permittimus. Gentes tantummodo in statu qui dicitur primitivo, e. gr. Graeci eo, quo Homerus illorum mores depinxit, tempore, nostra aetate coloni in remotissimo Americae septemtrionalis occidente, »Backwoodsmen« dicti, mammalium carnem in statu vere recente edere solent.

Nobis vero in posterum caro recens, musculi recentes semper tales erunt, qui supradictis vitae attributis adhuc gaudent. Talem dumtaxat carnem cum carne corporis vivi comparare licet. Berzelius et Liebig certe interdum carnem animalium recens necatorum ad experimenta sua adhibuerunt, Berzeliusque frequenter

diserte verbis usus est: »völlig frisches Fleisch«. At in animantibus calidi sanguinis musculi sanguinis influxu privati, repetito cultro laesi, imo aquae immersi tam brevi tempore rigescunt, i. e. emoriuntur, ut quae in talibus musculis observata sunt, ad musculorum statum viventem nequaquam applicari possint. Nec in musculis ranae quidem minutatim concisis, irritamento electrico vehementissimo adhibito, ullum contractionis vestigium observare potui.

Recte in hac re me divinasse, experimentum facile mihi persuasit. Quum enim sectionem musculi transversam aliquot horas ante factam, quae musculi in statu parelectronomico versantis, cujus sectio transversa naturalis ei incubuerat, flumini galvanico ingens impertiverat augmentum, charta exploratoria coerulea tangerem: macula rubra valde distincta atque persistens orta est, acidi cujusdam, ad fibram muscularem corrodendam apti, formationem in sectione transversa artificiali luculenter demonstrans. Ita factum est, ut ad ulteriora de reactione musculorum, quae nunc enarrabo, experimenta incitarer.

§. IV.

OPTIMA OBSERVATIONUM DE REACTIONE MUSCULORUM CHEMICA FACIENDARUM METHODUS TRADITUR.

Initio quidem musculis animantis frigidi sanguinis, Ranae esculentae, usus sum, quippe qui propter lentum, atque temperaturae auxilio moderandum phaenomenorum decursum, multa commode observari permittunt, quae in musculis animantium calidi sanguinis animadversionem facile fugiunt.

Semper chartam exploratoriam e charta scriptoria ope laccae musci usitato more recens paratam adhibui. Haec mihi observationum methodus postremo optima visa est. Taeniarum chartae exploratoriae XV millimetris latarum per vices rubrarum atque coerulearum in tabella tiliacea, vernice obducta, unam juxta alteram longitudine ita posui, ut tegularum squamarumve more altera alteram margine paullulum obtegeret. Taenias in tabella ope clavulorum »Stechknöpfe« dictorum tetendi atque firmavi, ita ut tenaces musculorum superficies sine perturbatione iis imprimi atque ab iis separari possent. Musculi pars, cujus reactionem explorare volebam, duabus taeniis simul ita impressi, ut regio tacta earum margine intermedio bipartiretur. Quo pacto non solum uno experimento duplicem eventum observabam, sed etiam observationum accuratio atque securitas valde aucta est.

Etenim color chartae e. gr. rubrae oculis praesens de maculae rubellae in charta coerulea factae colore judicium confirmat, nec non in maculis comparandis haec experimentorum ratio auxilio est, quum dimidii coerulei in charta rubra majori intensitati minor intensitas dimidii rubelli in charta coerulea respondere debeat. Caeterum crebro experimenta hoc modo facta charta violacea adhibita comprobavi. Taeniae maculatae semper a luce et aëre seclusae servabantur, ut siccationis effectus in diversis maculis observaretur.

§. V.

MUSCULIS RANAE IN EO STATU, QUO PHYSIOLOGIS RECENTES DICUNTUR, REACTIO CHEMICA EST NEUTRALIS, AD ALKALINAM VERGENS.

Primum quidem in statum chemicum superficierum musculi inquisivi naturalium, tam illius, quae in spatia lymphatica spectat, et in statu naturali lympha madescit, quam illius, qua singuli musculi se invicem tangunt: nulla scilicet hic ratione habita sectionis musculi longitudinalis atque transversae. Prior earum superficierum in spatiis lymphaticis facillima aditu est; alteram a genu sublevando musculos extensorem cruris et sartorium Cuv. denudavi.

Quae superficies eandem, ac quae ipsi lymphae facieique internae cutis est, reactionem praebent alkalinam, satis distinctam; chartae coeruleae colorem non mutant, chartam rubram brevi coeruleam reddunt. Chartam radice Curcumae tinctam, quae mihi praesto erat, non alterant.

Non aliter se habet sectio, quam in terminologia mea electrophysiologica longitudinalem artificialem appellavi, musculi ranae gastrocnemii eo modo parata, quem in libro meo descripsi[1].

Musculos si antequam chartae eos imprimis, aqua destillata abluis, postea charta bibula diligenter abstergis, propter siccitatem superficiei nullam reactionem exhibent.

Musculi hoc modo siccati sectio transversa, forficis diligenter abstersi ope facta, si duplici chartae exploratoriae taeniae per pauca tantum horae minuta secunda imprimitur, pigmentum coeruleum, ut supra dixi, vix alterat, in charta rubra contra levem mutationem inducit, quam statum alkalinum indicare dixeris. Si vero

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. Berlin 1848. S. 505; — Bd. II. Abth. I. 1849. S. 97.

charta per longius tempus, unum, alterum, plura horae minuta prima, in contactu sectionis remansit, macula oritur in utraque charta, quam, si chartam rubram solam inspicis, facile pro coerulea, si modo chartam coeruleam, pro rubra habueris. Si vero maculas inter se comparas, nullo chartae immaculatae tractu interjecto, ut in duplici taenia evenit, violaceam esse maculam facile tibi persuadebis.

Quaeritur, quamnam ex his rationem concludere oporteat.

Et primum quidem ita ratiocinari potuerimus. Sectio musculi transversa, ad instar operis, quod mosaicum vocant, ex una parte e dissectis ipsis musculi fasciculis primitivis, ex altera e dissectis sarcolemmate, tela conjunctiva interstitiali, perimysio, nervis, vasis sanguineis atque lymphaticis constat. Omnia haec, quae postremo enumeravi, elementa reactione instructa sunt alkalina, nec non e vasis sanguineis ac lymphaticis fluidum manat alkalinum. Quodsi ipsis fasciculis primitivis reactionem tribuamus acidam, facillime erit intellectu, in charta rubra maculas oriri coeruleas spatiis rubris interspersas, quo species simularetur violacea, in charta coerulea contra maculas rubras spatiis coeruleis interspersas, quo eadem species gigneretur.

Microscopio adhibito certe nihil tale observatur, sed macula etiam oculo armato concolor apparet. At illa conjectura ad phaenomena explicanda jam non opus est. Etenim, ut Doct[i] viri Guilelmus Kuehne et Felix Hoppe me docuerunt, non raro evenit, ut urina, i. e. fluidum sensu physico homogeneum, chartam exploratoriam ita afficiat, ut rubram livescentem reddat, coeruleam vero leviter rubefaciat. Cujus reactionis certe valde paradoxae cumque chartae exploratoriae theoria usitata minime conspirantis exempla complura in Doct[i] Kuehne commentatione de ictero consignata invenies[1]. Neutralis, his in casibus, reactio habenda est, quum neque charta coerulea plane rubefacta, neque rubra plane coerulea facta sit; quamvis hic reactionis neutralis modus ab illo certe discrepet, quem e. gr. aqua, solutiones salium, teste charta exploratoria neutralium, praebent, quae pigmentum neque rubrum neque coeruleum alterant. Recte haec etiam ad sectionis musculi transversae reactionem applicanda esse, facta ulterius a me enarranda demonstrabunt. Neutralem vero reactionem musculi sectionem trans-

[1] Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd. XIV. 1858. S. 328. 344. 345. 347*.

versam recentem reapse praestare, experimento in charta violacea facile comprobatur, cujus color talis sectionis contactu vix ullo modo mutatur.

Caeterum musculorum ranae recentium transverse sectorum reactio ad alkalinam vergere interdum mihi visa est, id quod non solum eo indicabatur, quod longiore temporis spatio opus erat, ut macula rubella in charta coerulea manifesta fieret, quod minore etiam chartae coeruleae sensibilitate explanari potuerit, sed etiam eo, quod macula in charta coerulea rubella macula in charta rubra livescente minus durabat, atque inter siccandum albida fiebat, quamvis tabella cum taeniis chartae maculatis, ut supra dixi, a luce et aëre rite seclusa servaretur.

Hanc ultimam observationem in recentissimis meis experimentis hibernis feci. Reliqua omnia in ranis tam tempore vernali et aestivo, quo ranae recens captae erant atque haud dubie cibum paullo ante ceperunt, quam hyeme, post longius captivitatis atque jejunii tempus, saepissime observavi.

§. VI.

MUSCULORUM REACTIONEM CHEMICAM INTER EMORIENDUM ACIDAM FIERI DEMONSTRATUR.

Musculi secti si a siccando tuti adservantur, quod attinet reactionem chemicam, haecce phaenomena ostendunt. Post certum temporis spatium, ut supra jam dixi, sectio transversa reactionem acidam manifestissimam praebet. Si vero altera paratur ejusdem musculi sectio transversa, hujus reactionem neutralem adhuc invenies, sicut sectionis transversae musculi ranae modo interfectae. Post certum temporis spatium autem et haec sectio reactionem acidam, tertia vero sectio, denuo parata, reactionem adhuc prorsus neutralem praebebit. Liquor, in hoc stadio sponte e sectione manans, reactionem similem praebet atque ipsa sectio.

Denique, postquam musculi contractilitas plane evanuit, atque rigor mortualis incepit, quamlibet sectionem musculi transversam statim reactione acida manifesta instructam invenies. At sectiones musculi longitudinales naturalis et artificialis primum adhuc neutrales remanent. Postremo vero et hae reactionem acidam vehementissimam exhibent. Fluidum e musculo manans acidum. Sic musculus ex toto acidus apparet, atque acido quasi redundat, dum incipienti putredine in ejus superficie maculae oriuntur materiei puriformis, quae miscroscopio adhibito innumeros exhibet vibriones, atque haud dubie propter ammonii carbonici praesentiam

reactionem alkalinam offert. Tunc fieri potest, ut musculi, intolerabilem foetorem exhalantis, sectio transversa alkalinam denuo reactionem ex parte vel ex toto praebeat, sicut urina, initio acida, tandem putredine alkalina evadit.

Maculae rubrae, emorientis musculi sectione transversa in charta coerulea factae, si charta rite servatur, per longissimum tempus persistunt. Id quod demonstrat, chartam non solum, ut Cl[i] viri Valenciennes et Frémy volunt (vide supra, p. 5) phosphate kalico acido rubefactam esse. Auctore enim Eilhardo Mitscherlich charta exploratoria solutione phosphatis vel arseniatis kalicorum acidorum rubefacta inter siccandum denuo livescit[1].

De temporis spatio, ad observanda illa phaenomena requisito, certum aliquid pronuntiari non potest. Pendet enim illud ex iisdem illis innumeris momentis, quae contractilitatis muscularis durationem post mortem destinant, inter quae temperatura primum locum tenet. Musculi gastrocnemii seu extensores cruris ranae recens necatae, a reliquo cadavere separati, in camera frigida (0^{0}) servati, post IX dies revolutos stimulo electrico rite adhibito obediunt, nec ullum reactionis acidae vestigium praebent[2]; musculi autem in camera temperaturae mediae (15^{0}C.) servati post 36—48 horas languescunt, atque paullo post quaevis eorum sectio reactionem acidam offert. Musculi incolumes multo diutius, quam laesi, reactionem neutralem obtinent etc.

[1] Annales de Chimie et de Physique. Avril 1822. t. XIX. p. 363°; — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1834. Bd. XXXI. S. 319. Anm.°.

[2] Mm. semimembranosus, adductor magnus Cuv., quamquam eandem molem praebentes ac Mm. gastrocnemius et extensor cruris, jam post I aut II dies revolutos emoriuntur. Membris inferioribus integris hoc observari, scil. minorem flexorum cruris contractilitatis durationem, jam diu innotuit. (Cfr. Untersuchungen über thierische Elektricität. Berlin 1848. Bd. I. S. 326.) Nunc vero de musculis a reliquo corpore plane separatis agitur. Nescio quae hujus discriminis causa sit. Difficilius est, hos musculos absque omni fasciculorum laesione praeparare. At Mm. gastrocnemius et extensor cruris de industria multo gravius vulnerati tamen in meis experimentis contractilitatem longius obtinuerunt quam Mm. semimembranosus et adductor magnus quam diligentissime parati. Discrimen certe anatomicum inter has duas musculorum classes obtinet. Mm. gastrocnemius atque extensor cruris multis brevibusque, Mm. semimembranosus et adductor magnus paucis longisque fasciculis constant; nec non nervorum dispositio praebere debet differentiam, quae illi differentiae respondeat. Ex hac fortasse singulare illud phaenomenon pendet.

In universum musculos longos facillime fatigari, hinc animalia majora minus laborem ferre, quam minora, jam Haller monet, numerosisque exemplis comprobare studet. (Elementa Physiologiae Corporis humani etc. T. IV. Lausannae 1762. 4°. p. 563°.)

Duas ex iis, quae hactenus attuli, concludere licet rationes.

Primo, in emorientibus atque rigescentibus ranarum musculis ingentem acidi copiam gigni. Nullo enim modo adhuc constat, in musculis ranarum viventium vel recens necatarum acidum plane deficere. Facile posset fieri, ut musculi in statu vivente minorem tantum acidi copiam contineant, quam post rigorem perfectum, atque ejus reactio in sectione transversa observationem propterea fugiat, quod alkali sanguinis et lymphae, e vasis capillaribus lymphaticisque dissectis, ut supra explicavi, manantium, occultetur. Quam conjecturam statim experimento examinabimus. At negari jam nequit, acidi copiam in emorientibus musculis increscere; quum nulla sit conjectura, cujus ope, nisi simul acidi incrementum fieri statuas, explicari possit, sectionem musculi transversam initio reactionem neutralem aut alkalinam, postea reactionem acidam praebere.

Secunda ratio haec est, acidum musculare revera in fasciculis musculorum primitivis contentum esse, quia sectio musculi longitudinalis artificialis neutraliter se habet tempore, quo sectio transversa artificialis vehementissima jam gaudet reactione acida.

§. VII.

SANGUINIS ET LYMPHAE ALKALI NON EST CAUSA, CUR MUSCULI IN STATU VIVENTE REACTIONEM ACIDAM RECUSENT.

Experimenta nunc iteremus, musculis scilicet antea a sanguine liberatis. Sanguinis corpuscula aqua saccharina certae concentrationis perparum laedi, Joannes Mueller nos docuit[1]. Quam ob rem sanguinem e musculis hoc fluido depellere constitui. Itaque aquam destillatam, cui sacchari ponderis partem quadragesimam admiscui, siphone per cor et bulbum aortae injeci, dum e venis cavis liquor coloris plane expers profluxit. Siphone usus sum XLVII Cc. capace, proque ranae mole bis aut ter siphonem per vasa ejus exinanivi. Musculi albidi fiunt; inter injectionem autem vix tremunt, atque contractilitatem per tantum temporis spatium retinent, ut vix dicere audeam, num differentia hac ex parte inter musculos sanguine repletos et sanguine carentes omnino existat[2].

[1] Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. 1832. Bd. XXV. S. 521. 530. 532. 540*. — Handbuch der Physiologie des Menschen u. s. w. Bd. I. 4. Auflage. Coblenz 1844. S. 104*.

[2] Cfr. Joh. Müller, Handbuch der Physiologie u. s. w. Bd. II. 1. Abth. Coblenz 1837. S. 49*; — Eduard Weber, Artikel: »Muskelbewegung« in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physio-

Talium musculorum aqua saccharina injectorum reactionem chemicam cum ea, quam musculi sanguine repleti praebent, ita convenire inveni, ut differentia inter maculas difficillime animadverti posset. Differentia vero, si omnino aderat, certe musculos sanguine expertes paullo minus alkalinos quam musculos sanguine repletos, nequaquam autem acidos, indicabat.

Haec experimenta optime cum observatione conveniunt, quam vir doctissimus G. Kuehne nuper in Laboratorio meo fecit. Quum enim Ill[i] Bruecke experimentum supra descriptum repetiisset, loco cuniculi ranis, locoque aquae destillatae aqua saccharina usus, liquorem e prelo profluere vidit chartam exploratoriam coeruleam rubefacientem, chartam vero rubram coeruleam reddentem[1].

Similia experimenta aquae destillatae injectione tentavi. Inter injectionem musculi valde tremuere, post injectos siphones duos turgidi subrigidique facti sunt, contractilitas autem diu est servata. Sectionis transversae reactio chemica eadem atque in musculis sanguine aut aqua saccharina repletis. Quum vero ter, quater, pluries siphonem per ranae vasa exinanivissem, moles musculorum incredibiliter aucta, contractilitas valde deminuta, atque sectionis transversae reactio paullo plus ad acidulam vergere statim visa est. Diebus sequentibus musculi (nescio adhuc utrum per vasorum sectorum orificia an per superficiem suam incolumem) copiam exhalant haud exiguam, per nychthemeron centimetro cubico majorem, liquoris reactionem praebentis initio neutralem, more sectionis ipsius transversae, tum acidam, tum denuo neutralem, denique autem alkalinam. Omni tempore hic liquor magnam albuminis copiam continet; quum vero postremo musculis jam foetidis alkalinus fit, turbidus innumeris vibrionibus apparet.

Ex his concludere licet, alkali sanguinis causam non esse, cur musculorum sectio transversa reactionem praebeat neutralem. Restat conjectura, reactionem acidi, cujus praesentiam in fasciculis statuere volumus, supradicto modo reactione alkali dissectorum sarcolemmatis, telae conjunctivae interstitialis etc. occultari. Quum

logie u. s. w. Bd. III. Abth. II. Braunschweig 1846. S. 10*. — Georg von Liebig, in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1850. S. 410. 411*; — von Wittich, Experimenta quaedam ad Halleri Doctrinam de Irritabilitate probandam instituta. Regiomonti P. 1857. 4°. p. 6 seqq.*.

[1] Vorläufige Notiz über die Entstehung der Todtenstarre. Allgemeine Medicinische Central-Zeitung. 1. Sept. 1858*.

vero diverso modo e musculis vivis liquor parari possit, utramque chartam violaceam reddens, verisimillimum est, hujus liquoris in musculis praesentiam causam esse similis reactionis quam sectio musculi transversa praebet, atque conjectura illa supervacua reddita est.

Concludamus igitur, acidum a Chemicis in musculis observatum, si ex iis, quae ranae musculi nobis praebuerc, judicare licet, in corpore vivo praeformatum non esse, atque partem ejus longe maximam eo tempore in musculis gigni, quo musculi, contractilitate jam privati, rigescere coeperint.

§. VIII.

MUSCULI AB AËRE ATMOSPHAERICO SECLUSI EMORIENTES ACIDI EVADUNT AEQUE ATQUE ILLI QUI AËRI EXPOSITI SUNT.

Eo quod sectio musculi transversa paullo post sectionem factam reactionem praebet acidam, dum reliquae musculi partes adhuc neutrales inveniuntur, suspicio potuerit moveri, contactum aëris atmosphaerici aliquid ad musculi acidificationem valere. In tali sectione enim contentum fasciculorum musculi primitivorum cum oxygenio atmosphaerae liberum commercium habet, nullis membranis nullisque fluidis interpositis, sicut in musculo incolumi inque partibus musculi laesi a sectione remotioribus evenit.

Quae sententia cum experimentis minime convenit. Quum enim musculum hydrargyro submersissem atque sub eo transverse secuissem, post aliquot horas sectionem more solito acidam inveni, sectiones recenter factae autem neutralem reactionem praebebant. Idem in musculis transverse sectis observavi qui in vacuo Guerickeano cum aquae copia certum tempus degerunt. Itaque sectionis acidificatio praecox non e contactu oxygenii atmosphaerae pendet, sed haud dubie e morte partiali fasciculorum in sectionis vicinitate laesione effecta.

Musculi incolumes sub hydrargyro, oleo olivarum, in vacuo Guerickeano ab omni cum aëre atmosphaerico commercio interclusi, inter rigescendum acidi fiunt, aeque ac musculi in aëre versantes, et, ob respirationem prohibitam, haud dubie citius quam illi.

Minus recte igitur Cl^s^ Schlossberger, ubi E. a Bibra observationes supra (p. 6) relatas enarrat: »v. Bibra« ait »fand mehrmals gar keine saure Reaction, dagegen

ein Zustandekommen einer solchen beim längeren Liegen der Muskeln an der Luft«[1], etsi ipse Bibra aëris effectus in musculi acidificatione mentionem non fecerit.

§. IX.

ACIDIFICATIO FIBRAE MUSCULARIS CUM RIGORE MORTIS, I. E. CUM COAGULATIONE SUBSTANTIAE CUJUSDAM ALBUMINOSAE, IN MUSCULIS EXTRA VASA CONTENTAE, PRIMA SPECIE QUODAMMODO CONNEXA VIDETUR.

Rigor musculorum mortualis, auctore Ernesto Bruecke, eo efficitur, ut substantia quaedam albuminosa sponte coagulabilis, quam fibrinam muscularem interim appellare liceat, quamque extra vasa sanguinea ac lymphatica iis inesse statuamus, musculis emorientibus eodem modo coalescat, ac fibrina sanguinis e vasis remoti[2].

Ex eo tempore, quo illa, quae Gierlichs, Bruch, Jordan, Henle contra hanc sagacissimi viri theoriam in medium protulere, confutavi[3], complures de rigore mortis vulgatae sunt commentationes[4], factum autem majoris momenti huc pertinens, quod equidem videam, unicum tantum sistentes. Hoc est experimentum illud, a Brown-Séquard et Stannio institutum, in quo musculi rigore correpti sanguinis arteriosi immissione irritabilitatem recuperaverunt[5]. Etenim Eduardi Weber dis-

[1] Die Chemie der Gewebe des gesammten Thierreichs. Leipzig und Heidelberg 1856. Kontraktile Thiersubstanzen. S. 187*.

[2] Mueller's Archiv u. s. w. 1842. S. 178*.

[3] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. Berlin 1849. S. 158. Anm.

[4] Kussmaul (Vierteljahrsschrift für die praktische Heilkunde, herausgegeben von der medicinischen Facultät in Prag. 1856. Bd. II. S. 67*) et Pelikan (Beiträge zur gerichtlichen Medicin, Toxikologie und Pharmakodynamik. Würzburg 1858. S. 191*) indicem earum satis completum conscripserunt, his tantum, quod equidem sciam, omissis: Lange, Medicinische Zeitung. Herausgegeben von dem Verein für Heilkunde in Preufsen. 16. Jahrgang. 1847. S. 57. 63*; — Bruch, Ehrenerklärung [?] in Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medizin. 1850. Bd. IX. S. 329*.

[5] Brown-Séquard, Comptes rendus etc. 9 Juin 1851. t. XXXII. p. 855*; — Stannius in Vierordt's Archiv für physiologische Heilkunde. Bd. XI. 1852. S. 1*. Minus recte hoc experimentum a Pelikan (L. c. p. 194*) cum experimento olim a James Philipps Kay facto confunditur, qui musculos arteriis ligatis contractilitate privatos sanguine arterioso aut venoso immisso eam recuperare vidit, illos musculos vero jam rigidos factos esse, non observavit, nec in suo de hac

quisitio de cohaesionis atque elasticitatis musculorum rigentium mutatione[1] a Cl° Koelliker pro nova rigoris theoria, qua Brueckeana hypothesis supervacua redderetur, minus recte habita est[2]. Quod Stannii atque Brown-Séquard experimentum attinet, contra hypothesin Brueckeanam nihil valere, sed novam dumtaxat substantiae coagulabilis in musculis contentae proprietatem nos docere mihi videtur, videlicet coagulum a sanguine arterioso dissolvi.

Recentissimo tempore vir doctissimus Guilelmus Kuehne in Laboratorio meo tentamen instituit, quo, si ulterioribus confirmetur experimentis, Brueckeana hypothesis ultra dubium poneretur. Quum enim ille ranarum, quibus aquam saccharinam injecerat, musculos prelo subjecisset, fluidum expressit, ut supra dixi, reactione instructum neutrali, in quo idem post temporis spatium, quo praeterlapso musculi sanguinis expertes atque a membris sejuncti rigere coeperunt, coagulum ortum est, dum musculi ipsi expressi non riguerunt, sed absque rigore putrefacti sunt. Fluidum illud autem, postquam coagulum depositum est, reactionem accepit acidam.

Concludamus igitur in musculis sponte rigescentibus duas occurrere mutationes chemicas: coagulationem substantiae albuminosae, atque productionem acidi muscularis, sine contactu oxygenii aëris effectam. Quamvis autem aëris oxygenio ad acidi productionem non opus sit, nullo adhuc modo constat, acidificationem fibrae muscularis non ex oxydatione, sed ex mera substantiae cujusdam fissione (Spaltung, splitting, dédoublement) pendere. Etenim oxygenii liberi certam copiam etiam in musculis sanguinis expertibus contineri posse nemo est qui neget.

Quod genesin acidi lactici in musculis attinet, Lehmann et Schlossberger illud e substantiis albuminosis prodire haud improbabile existimant, atque locis infra citatis ea, quae in chemiae organicae statu praesente hac de re proferre possunt, luculenter exposuere[3]. Ex Inosito, saccharo scilicet musculari, carnis aut casei

re commentario rigoris musculorum omnino mentionem fecit (Physiological Experiments and Observations on the cessation of the contractility of the Heart and Muscles in the Asphyxia of Warmblooded Animals. The Edinburgh Medic. and Surgic. Journal etc. 1828. vol. XXIX. p. 37*).

[1] Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd. III. Abth. II. Braunschweig 1846. S. 116. 122*.

[2] Mikroskopische Anatomie u. s. w. Bd. II. Erste Hälfte. Leipzig 1850. S. 251. 252*; — Handbuch der Gewebelehre des Menschen u. s. w. 3. Auflage. Leipzig 1859. S. 200*.

[3] Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. Leipzig 1850. S. 105 ff.*. — Schlossberger, Die Chemie der Gewebe u. s. w. Leipzig und Heidelberg 1856. Die kontraktilen Thier-

putrescentis contactu, auctore ipso SCHERER, acidum lacticum oritur[1]. Hoc igitur modo, fermentatione scilicet acida Inositi, putrescente fibrina musculari inducta, fibrae muscularis acidificatio commode explicari posset. Cui hypothesi SCHLOSSBERGER recte objecit, Inositi quantitatem minutissimam vix usquam in musculis, excepto musculo cordis, reperiri, omnes vero musculos acido lactico abundare.

§. X.

NONNULLORUM MOMENTORUM, IMPRIMIS CALORIS, ACTIO IN FIBRAE MUSCULARIS ACIDIFICATIONE INDAGATVR. FIBRAE MUSCULARIS ACIDIFICATIO CUM FIBRINAE MUSCULARIS COAGULATIONE NON NECESSARIO CONNEXA EST.

Musculus ranae gastrocnemius aqua destillata temperaturae mediae (15° C.) immersus intra horam rigidus atque acidus fit.

Musculus aqua destillata 45° C. calida per quinque horae minuta prima immersus irritabilitatem prorsus amittit, rigidus atque acidus fit.

Idem in balneo olei olivarum aut hydrargyri ejusdem temperaturae evenit. Id quod demonstrat, effectum observatum non ex aquae destillatae in musculum diffusione calore aucta, sed ex ipso calore, pependisse.

Musculus in balneo olei olivarum temperaturae —6° C. inferioris[2] congelatus, postea temperatura media solutus, rigidus atque acidus evadit.

Musculus in campana cum acidi sulphurici copia reclusus atque siccatus, postea aqua emollitus, rigidus atque acidus invenitur.

In omnibus his casibus acidificatio fibrae muscularis cum rigore seu coagulatione fibrinae muscularis sese conjungere videtur. Quod quidem non semper observari, sequentia experimenta demonstrabunt.

Et jam ad caloris effectum in musculorum reactione mutanda revertamus. Musculi ranae gastrocnemii sex, *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* per quinque horae minuta prima aqua destillata 45, 50, 55, 60, 75 et 100° immergantur. Omnes scilicet musculi irritabilitatem prorsus amittunt atque rigidi fiunt, superioribus caloris gradibus adeo quasi dupliciter rigidi, propter coagulationem albuminis muscularis. Quod

substanzen. S. 246 ff.*. — LEHMANN in Fortsetzung von L. GMELIN's Handbuch der Chemie u. s. w. Heidelberg 1857. Bd. VIII. Abth. II. S. 488*.

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1850. Bd. LXXIII. S. 326. 327*.

[2] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. Berlin 1849. S. 181.

vero reactionem chemicam horum sex musculorum attinet, res valde inopinata occurrit. Musculus enim *A*, ut jam dixi, acidus invenitur, ita ut sectio ejus transversa chartam coeruleam colore rubro inficiat manifestissimo, charta rubra contra ejusdem sectionis contactu omnino non mutetur. Musculi *B* et *C* reactionem praebent dubiam, *B* potius acidulam, *C* potius neutralem, musculus *D* plane neutralem, ita ut modo supra descripto utramque chartam violaceam reddat, musculus vero *E* reactionem neutralem ad alkalinam vergentem. Musculus *F* denique, qui temperaturae aquae bullientis expositus est, manifestissime alkalinus invenitur, neque musculi ranae cocti, putredini permissi, umquam acidi fiunt.

Eadem experimenta, paucis nimirum caloris gradibus praetermissis, oleo olivarum atque hydrargyro loco aquae destillatae adhibitis institui, atque eundem plane eventum observavi.

Quae experimenta propterea singulariter me obstupefecerunt, quod bene novissem, succum e carne diversissimorum animalium minutatim concisa expressum atque per longius temporis spatium coctum reactione acida gaudere[1]. Quum vero musculos ranae, qui sponte riguerunt atque acidi facti sunt, aut carnem bovinam in taberna laniaria emptam, quae vehementissimam reactionem acidam praebebat, per horae quadrantem in aqua destillata coxissem, acida remanserunt. Quumque musculum ranae gastrocnemium, temperatura 45° acidum factum, per idem temporis spatium coxissem, is quoque acidus remansit. Si igitur acidum jam aliquo modo in musculo evolutum est, superioribus caloris gradibus non destruitur.

Quacum conclusione alia experimentorum series prima specie minime conspirat. Si enim musculus aqua bulliente immergitur, omnes ejus interiores partes omnes deinceps caloris gradus a temperatura musculi initiali usque ad medii circumdantis temperaturam percurrent. Et, si musculus eo tempore, quo omnes ejus partes temperaturam aquae bullientis nondum acceperunt, ex ea tollatur atque ejus sectio chartae exploratoriae applicetur: sectionis imago, in charta expressa, annulis concentricis diversi coloris constare deberet, quorum quisque fibrae muscularis reactioni diversae, certo temperaturae gradu effectae, responderet. Qua cum anticipatione mentis eventum in rerum natura plane congruere facile mihi persuasi. Quum enim musculum ranae gastrocnemium, per certum horae minutorum secun-

[1] Liebig, Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1847. Bd. LXII. S. 289°; — Chemische Untersuchung über das Fleisch u. s. w. Heidelberg 1847. S. 33°.

dorum numerum (4—6) aqua bulliente, aut hydrargyro ejusdem temperaturae, immersissem, sectio ejus in charta exploratoria annulum fecit rubrum, spatium centrale cingentem reactionis neutralis, quae est musculi in statu vivente. Quum immersionem paullo plus (per 6—9 horae minuta secunda) continuassem, macula concolor fere orta est rubra, margine vero cincta reactionem neutro-alkalinam indicante. Immersione paullo amplius protracta, margo neutro-alkalinus distincte alkalinus atque latior simul factus est, dum tota tandem macula indolem acciperet alkalinam. Duratio immersionis ad hos effectus obtinendos requisita non commode definiri potest, quia non solum e mole ac temperatura initiali musculi, sed etiam e natura et copia medii circumdantis, denique e caloris quantitate, per unitatem temporis vasi advecta, pendeat.

Quaeritur itaque, qui fiat, ut musculus per longiorem in aquam 45^0 calidam immersionem acidus factus, postea aquae bullienti immissus, non denuo alkalinus evadat, musculus contra celeriter omnes caloris gradus a temperatura initiali usque ad temperaturam aquae bullientis deinceps percurrens, alkalinus inveniatur.

Primum quidem hoc problema triplicis hypotheseos ope solvere conatus sum. Prima hypothesis, quam facile quisque concedet, haec erat, quantitatem acidi, in musculo temperatura 40—50^0 evoluti, intra certos limites eo majorem esse, quo diutius musculus huic temperaturae expositus fuerit. Altera hypothesis multo audacior haec, caloris gradibus superioribus alkali in musculo liberari. Tertia denique haec, quantitatem alkali ita liberati majorem esse illa, quae ad saturandam acidi quantitatem requireretur, quae in musculo aquae bullienti immisso evolveretur, dum quaeque musculi pars per temperaturam 40—50^0 transiret; illam vero alkali quantitatem non sufficere ad saturandam acidi quantitatem, quae in musculis sponte rigentibus aut in musculis temperaturae 40—50^0 per plura horae minuta prima expositis evolveretur.

Ad has conjecturas probandas complura institui tentamina. Certe cum iis conjecturis congruit, nec musculum, qui aquae frigidae immissus una cum ea usque ad ebullitionem aquae calefactus sit, nec magnam musculorum molem, e. gr. utrumque ranae femur, quae aqua jam bulliente immergatur, reactionem adtingere alkalinam; quum in utroque casu musculi diutius in temperatura ad acidificationem apta commorentur, quam singulus musculus aquae jam bullienti immissus. Quod vero alkali attinet, quod superioribus caloris gradibus in musculis evolvi statue-

ram, non ammonia esse poterat; maculae enim coeruleae musculorum coctorum contactu factae durant, quumque bacillum vitreum acido hydrochlorico rite diluto humectatum prope musculos ranae coctos tenerem, nullus fumus ortus est. Notatu dignissimum hic videbatur, eam temperaturam, qua musculus calefactus acidam reactionem praebere desinit, cum ea satis accurate convenire, qua auctore Berzelio albumen carnis bovinae[1] atque auctore Grohé albumen carnis ranarum[2] coagulari coepit. Fieri potuisset, ut inter coagulationem albuminis muscularis alkali liberaretur, sive albumen propterea calore coagularetur, quod alkali cum eo conjunctum in calore aliquo modo liberaretur. Quum autem serum sanguinis bovini adjecto acido hydrochlorico accurate neutrale reddidissem, atque calore albumen in eo contentum coagulassem, ne minimum quidem alkali vestigium ortum est. Simile experimentum cum simili eventu in liquore albumen musculare continente institui a musculis expulso quibus magnam aquae destillatae copiam injeceram (cfr. supra pag. 17). Liquor per se reactionem praestabat neutralem. Si quidem reactio ejus ebullitione atque coagulatione albuminis hac effecta omnino mutata est, certe non magis alkalina facta est.

At postea omnia haec vana atque inutilia esse, experimentis ulterioribus edoctus sum. Quum enim musculum, quem brevissima in aquam bullientem immersione acidum reddideram, post refrigerationem denuo aqua bulliente immersissem atque per aliquod tempus coxissem, alkalinus non factus est, sicut exspectaveram, sed acidus remansit. Ecce repugnantia, ut videtur, duorum experimentorum gravissima. Acidum in musculo brevi immersione in aquam bullientem evolutum iterata immersione non destruitur, et nihilominus musculus, si in aqua bulliente sine perturbatione remanet, alkalinus evadit.

Quae tamen omnia nunc una explicatione amplecti non admodum difficile est. Necesse tantum est, ut admittamus, musculos aqua bulliente continuo immersos semper neutro-alkalinos remanere, ita ut nullum acidificationis stadium percurrant, idque propterea quod non satis longe in temperatura ad acidificationem apta commorentur. Si vero musculus post aliquot horae minuta secunda ex aqua bulliente tollatur, certum stratum ejus internum, superficiei quodammodo concentricum, fortasse illo ipso tempore temperaturam ad acidificationem aptam acceperat, atque

[1] Lehrbuch der Chemie u. s. w. Bd. IX. 1840. S. 571*.

[2] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1853. Bd. LXXXV. S. 237*.

illam per tempus ad acidificationem efficiendam sufficiens servabit. Hoc igitur stratum acidum evadet, atque ei in macula, sectionis contactu in charta e. gr. violacea facta, annulus ruber respondebit, spatium cingens violaceum, ubi musculus reactionem naturalem obtinuit, circumdatusque annulo coeruleo, ubi musculus tam cito calore correptus est, ut tempus ei non fuerit, reactionem acidam accipiendi.

Restat tantum, ut explicemus, cur musculus temperatura 55—75° rigidus factus reactionem praebeat neutralem, sicut musculus in statu vivente, musculus vero temperatura aquae bullientis rigidus factus reactionem, ut mihi visa est, magis alkalinam. Quae tamen, quum ad nostrum propositum minus directe pertineant, explicanda Doct° viro Kuehne relinquam, qui de reactione musculorum calefactorum similia experimenta cum simili eventu suo consilio instituit. Quod quidem ad hoc, quod hic agimus, maximi momenti est, musculos nunc edocti sumus adeo dupliciter rigidos fieri posse sine ulla acidificatione; quo primum discimus, hanc cum fibrinae muscularis coagulatione non necessario connexam esse.

At ut ea, quae de caloris effectu hic nobis dicenda sunt, protinus absolvamus, musculos in camera frigida positos atque rigori ac putredini permissos vix acidos fieri addam. Octavo aut decimo die, ut supra dixi, contractilitatem amittunt; hoc tempore eorum reactio adhuc solita neutralis est. Sensim alkalina fit reactio, nullo intervallo interjecto, quo plane acida fuisset. Attamen maculae interdum variegatae sunt, regionibus rubellis atque coeruleis interspersae. Interdum res valde mirabilior occurrit. Inter siccandum enim maculae coeruleae in charta rubra evanescunt, in charta coerulea contra, cujus color primum non mutatus videbatur, maculae rubrae apparent. Numquam vero musculi in hac temperatura rigescentes ita acido redundare videntur, ut in temperatura media.

Jam ad alia experimenta transeamus. Musculus solutione concentrata natri hydrochlorici, sulphurici, kali nitrici immersus non fit acidus, sed reactionem accipit neutralem, ei similem, quam hae solutiones praebent. Memoratu dignum hic videtur, auctore Liebig solutionem fibrinae muscularis in acido hydrochlorico valde diluto solutionibus natri hydrochlorici et aliorum salium adjectis praecipitari[1].

Musculus alkohole immersus etiam neutralis remanet, etsi postea in aqua destillata emollitur.

Concludamus igitur, fibrinam muscularem coagulari posse sine fibrae muscu-

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1850. Bd. LXXIII. S. 126*.

laris acidificatione; dubium vero adhuc remanere, utrum acidificatio fibrae muscularis sine coagulatione umquam occurrere possit. Cujus rei certissimum discrimen experimenta ulterius a me enarranda nobis afferent.

§. XI.

ALIORUM ANIMANTIUM MUSCULI, QUOD ACIDI IN STATU VIVENTE PRAEEXISTENTIAM ATTINET, INVESTIGANTUR.

Jam tempus est, ea, quae de musculorum reactione chemica in ranis didicimus, experimentis in aliorum animantium, calidi praesertim sanguinis, musculis institutis confirmandi.

A. Pisces.

E piscium classe in periculis usus sum Cyprino carassio, Chrysitide tinca, Esoce lucio, Perca fluviatili. Quorum omnium carnem initio alkalinam, postea plus minus acidam inveni, excepta carne Percae, quae in duobus experimentis neutralis tantum, modo supra descripto, vere acida vero non evasit. Nec immersio carnis Percae in aquam destillatam temperaturae 45^0 per decem horae minuta prima vel temperaturae mediae per complura nychthemera acidam eam reddidit.

B. Aves.

Caro calida atque palpitans Columbae modo capite privatae, Gallinae veneno Curara interfectae, nullum reactionis acidae vestigium praestat. Carnem Columbae alkalina, Gallinae potius neutrali, modo supra descripto, ad alkalinam vergente, reactione instructam inveni. Contractilitate amissa, rigoreque perfecto, utriusque avis caro manifeste acida facta est.

Caloris effectum in carnis muscularis Columbae et Gallinae acidificatione hunc inveni, ut immersio in aquam destillatam temperaturae 45^0 per quinque aut decem horae minuta prima ad acidificationem, ut in rana, non sufficiat, sed temperatura hic 50—55^0 ad hoc requiratur. Temperatura vero aquae bullientis harum avium carnem non ut ranarum alkalinam, sed neutralem tantum (nostro scilicet sensu) reddidit.

C. Mammalia.

Bovem in laniena coram me mactatum habui, atque carnem ejus muscularem calidam adhuc et palpitantem duplici chartae exploratoriae taeniae applicavi: reactio

manifeste alkalina observata est, atque ita remansit, dum caro calorem et contractilitatem amisit atque riguit, ubi tandem, scilicet plures post horas, distincte acida facta est.

Prorsum easdem observationes in Porco, Cane, Cuniculo, Cavia cobaya feci. In Porco pinguedo observationem difficiliorem reddit. Quod denique carnem humanam attinet, doctissimus atque amicissimus vir Henricus Bence Jones, literis Londini die XI ante Calendas Apriles hujus anni datis, haecce mecum communicavit: »Liebig's original statement of acid in the muscles I found was not cor»rect by examination of the muscles of a leg *just* amputated. I found no trace »of acidity.«

In omnibus his experimentis caro adhuc sanguinem continebat, cujus reactio alkalina reactionem acidi in fasciculis musculi contenti fortasse occultabat. Quum vero e cuniculi vivi extremitatibus inferioribus, ope siphonis in aortam abdominalem immissi, sanguinem aqua saccharina ejus, quam supra dixi, concentrationis, at 37^0 C. calida, eluerem, dum liquor coloris expers e vena cava inferiore proflueret, reactionem musculorum alkalinam inveni, ab ea, quam musculi sanguine repleti praebebant, vix dignoscendam.

Carnem cuniculi, sanguinis expertem, postquam per horae minuta prima quinque aqua destillata 50^0 calida immersa fuit, acidam, postquam vero per duo aut quinque horae minuta prima, aut per longius tempus, in aqua bulliente versata erat, neutralem, alkalinam vero, ut ranae caro facta fuisset, non reperi, quamquam segmenta carnis adhibui, gastrocnemio ranae non majora, ut suspicionem praecaverem, calorem ea minus celeriter penetrasse (cfr. supra p. 23).

Simile tentamen in cane institui, cui atroci illo veneno, quod in Guiana a gente Macusiorum miscetur[1], vim musculos contrahendi ademeram. Simul atque membra solvebantur, abdomen aperui atque alterum pedem aqua saccharina temperaturae mediae in arteriam iliacam communem injecta a sanguine liberavi. Intra alterius et intra tertii siphonis exinanitionem leves orti sunt musculorum tremores. Musculi, etsi nullus in iis remanserat sanguis, colorem rubrum non plane amisere. Reactionem praebuere neutralem, chartam coeruleam leviter rubefacientes, chartam rubram coeruleam reddentes, chartam autem violaceam omnino non mu-

[1] Sir Robert Schomburgk, The Urari, or Arrow poison of the Indians of Guiana. Pharmaceutical Journal for April, 1857.

tantes. Musculi alterius lateris, sanguine redundantes, reactionem potius alkalinam offerebant. Post aliquot horas caro utriusque pedis vehementer acida inventa est.

Ex his experimentis sequitur, ea, quae in sola Rana esculenta hactenus observavimus, ad omnes vertebratorum classes aeque pertinere. Jam patet, in hac animalium serie musculos in statu vivente reactione acida instructos nusquam reperiri, sed reactionem musculorum vere recentium intra limites variare debilis reactionis alkalinae atque reactionis eo sensu neutralis, quem supra exposui.

De animantium vertebris carentium carne musculari disquisitiones, quod ejus reactionem chemicam attinet, nondum feci.

An reactio carnis animalis mutetur prout aut vegetabilibus aut carne aleretur aut morti e fame traderetur, quod in rattis commodissime fieri posset, experiundi otium hactenus quoque mihi defuit.

Quod reliquum est, nova jam nobis praesto est auctorum, quod carnis recentis reactionem attinet, erroris explicatio. Postquam enim a Berzelio reactio musculorum acida promulgata erat, qui de propria hujus rei observatione cogitabant, facile sola charta coerulea usi sunt. Quam quum plus minus rubefieri vidissent, musculis recentibus reactionem acidam recte tribui censuere, maculam coeruleam in charta rubra sese non minus observaturos fuisse, experimentum si fecissent, non suspicantes.

§. XII.

MUSCULI STRIIS TRANSVERSIS CARENTES, SEU LAEVES DICTI, EMORIENTES NUMQUAM ACIDI FIERI AUCTORI VISI SUNT.

Ill[s] Lehmann, ut supra notavimus, liquorem e tunica musculari ventriculi porcini atque aortae bovinae expressum acidum invenit, ideoque musculis striis carentibus seu laevibus dictis eandem reactionem acidam tribuit, ac musculis transverse striatis[1]. Cui Doct[i] viri Gustavi Siegmund observatio addenda est, qui quum uterum mulieris puerperae chemice indagasset, extractum aquosum acida reactione instructum invenit, atque ex eo acidum formiceum, aceticum[2], atque, ut ipse mihi enarravit, lacticum paravit.

[1] Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. III. Leipzig 1852. S. 72. 73*; — Fortsetzung von Gmelin's Handbuch der Chemie u. s. w. Heidelberg 1857. Bd. VIII. Abth. II. S. 478*.

[2] Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Redigirt von A. Kölliker, F. Scanzoni, J. Scherer. Bd. III. 1852. S. 50*.

Cl^s M. S. Schultze tamen jam anno 1849, quum extractum aquosum tunicae mediae aortae bovinae parasset, alkalinam ejus reactionem fuisse adnotavit[1]. Quod Lehmann, et deinde Schlossberger, e putredine incipiente deducere conati sunt[2], quamquam Schultze aortam recentem fuisse diserte narraverat. Ipse vero Lehmann extractum e tunica dartos, quae longe puriorem musculorum laevium accumulationem offert quam aorta, prorsus neutralem invenit[3].

Equidem reactionem musculorum laevium cum recentissimorum, tum in temperatura media (15° C.) emorientium usque ad putredinem perfectam semper alkalinam inveni.

Quum enim ventriculum columbae aut gallinae muscularem, qui omnium longe commodissimam opportunitatem nobis praebet musculorum laevium molem sufficientem indagandi[4], ex animali recens necato excidissem, atque reactionem parietum ejus muscularium subinde usque ad putredinem perfectam indagassem, nullum umquam vestigium acidi observavi. Reactio initio debiliter alkalina incipiente putredine manifeste alkalina facta est.

Eodem modo in meis experimentis tunica muscularis coli, aorta bovis coram me mactati se habuerunt.

Uterum humanum examinandi opportunitatem proh dolor ipse non habui, quum ex illo tempore, quo primum hac de re cogitavi, usque ad hanc diem, nullus uterus ad hanc investigationem aptus amicissimis viris Reichert et Virchow, qui in theatro anatomico, inque nosocomio Caritatis cadaveribus secandis praesunt, occurrerit.

Frustra tentavi, an intestinum Chrysitidis tincae atque organon peculiare illud contractile, in Cyprinoïdorum palato situm, acidam praebitura essent reactionem, ob fasciculos striatos in iis contentos. Reactio alkalina usque ad putredinem remansit. At facile reactio acida fasciculorum transverse striatorum reactione telarum ambientium alkalina occultata est.

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1849. Bd. LXXI. S. 283*.

[2] Lehmann loco modo citato, Schlossberger, die Chemie der Gewebe u. s. w. Leipzig und Heidelberg 1856. Kontraktile Thiersubstanzen. S. 165*.

[3] Loco modo citato.

[4] Cl^s Leydig hos musculos transitionem formare a musculis vere laevibus ad musculos striatos docet (Lehrbuch der Histologie u. s. w. Frankfurt a. M. 1857. S. 324*). Quod si recte opinatus est, quae ex meis experimentis deducenda sunt, eo non infirmantur, sed contra confirmantur.

Fragmenta parietis muscularis ventriculi gallinacei aqua destillata temperaturae mediae, aut cujusvis temperaturae usque ad ebullitionem, per quodvis temporis spatium immersa, in meis experimentis numquam acida evaserunt.

§. XIII.

QUAE CUM CONTRACTIONE MUSCULORUM SESE CONJUNGERE HACTENUS DICTAE SUNT MUTATIONES CHEMICAE ENUMERANTUR.

Processus chemicos cum contractione musculorum sese conjungere, jam diu apud Physiologos constat. Variae phaenomenorum series ad hanc conclusionem perducunt.

Fatigatio et exhaustio musculorum valde contentorum, cum in corpore vivo, tum in experimentis in musculis excisis institutis, non nisi mutatione substantiae eorum commode explicari possunt, quae proxime cere, ut Eduardus Weber demonstrare studuit[1], mere physica est, cujus causam remotiorem vero chemicam esse, sequentibus perpensis, facile concedes.

Musculi enim frequenter exerciti robore atque mole crescunt, musculi otio permissi atrophici fiunt. Hac ex causa diversus diversorum musculorum color in uno eodemque animali, saepius observatus[2], pendere videtur, nec non coloris atque saporis differentia inter ejusdem speciei animalium, e. gr. Cervorum capreolorum, Leporum cuniculorum, silvestrium ac mansuetorum, musculos. Musculi quorum nervi secti sunt, auctore Reid[3], contractilitatem servant, dummodo certis temporis intervallis rite exerceantur.

Haec quidem e circulatione, repetitis contractionibus aucta, pendere dici potuerint. Quae exceptio non ad sequentia argumenta pertinet. Caro animalium, a venatoribus ad mortem agitatorum, sapore ab alia carne discrepare, atque citius putrescere, antiquitus observatum est[4]. Caro equorum, qui tetano interierunt, auctore

[1] Rud. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Artikel: »Muskelbewegung«. Bd. III. Abth. II. Braunschweig 1846. S. 116. 121. 122*.

[2] Carlisle, The Croonian Lecture on Muscular Motion. Philosophical Transactions etc. For the year 1805. P. I. p. 4*.

[3] Report of the tenth Meeting of the British Association etc. Held at Glasgow in August 1840. London 1841. Transactions of the Sections. p. 155*; — L'Institut. t. IX. 1841. N° 377. p. 95*.

[4] »C'est parce que l'action vitale du lièvre que le chasseur a forcé est, pour ainsi dire, épuisée par une fatigue excessive, que cet animal se roidit en mourant: c'est par la même rai-

Gurlt solito calidior, quasi semicocta, colorem latericium praebens[1]. Musculos masseterem ac temporalem hominis tetano laborantis A. G. Sommer tam brevi post mortem riguisse narrat, ut parum abesset, ut musculorum contractio vitalis continuo in rigorem mortualem transiret[2]. Musculos animalium strychnino interfectorum Bruecke octies citius quam usitate rigescere vidit[3]. Musculos stimulo electrico fatigatos solito prius putrescere innumeris testimoniis confirmatur, quorum graviora nonnulla in libro meo collegi[4]. Denique musculos frequenter convulsos praecoci putredine corripi, adeo mentem vulgi percussit, ut, auctore Valli[5], piscatores praedae caput obterere soleant, ne musculi continuis trepidationibus exhauriantur.

Quibus addendum est, in contractione musculorum calorem evolvi, ut, quod musculos in corpore vivo circulatione gaudentes attinet, Cl[i] viri Peart[6], Becquerel et Breschet, Gierse, recentissimo tempore Ziemssen[7], quod musculos circulatione privatos, Thomas Buntzen[8] atque Helmholtz[9] demonstravere.

Alia argumentorum cohors ex observationibus originem ducit, quae ad totius organismi functionum mutationem, exercitatione musculorum effectam, pertinent. Post vehementes corporis exercitationes ciborum appetentiam atque necessitatem auctam esse, nemo est qui non in se ipso expertum habeat. Ex eadem causa

son qu'il redevient mou beaucoup plus tôt qu'un lièvre tué d'un coup de fusil; que sa chair est plus tendre, et qu'elle se faisande bien plus promptement.« Nysten, Recherches de physiologie et de chimie pathologiques, etc. Paris 1811. p. 403*.

[1] Gurlt, Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haussäugethiere. Berlin 1831. Bd. I. S. 124*.

[2] De signis mortem hominis absolutam ante putredinis accessum indicantibus. P. II. Hauniae 1833.

[3] Müller's Archiv u. s. w. 1842. S. 185*.

[4] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. Berlin 1849. S. 181. Anm. 3.

[5] Richard Fowler, Experiments and Observations relative to the Influence lately discovered by M. Galvani, and commonly called Animal Electricity. Edinburgh 1793. p. 31*; — Alexander Monro's und Richard Fowler's Abhandlung über thierische Elektricität und ihren Einfluſs auf das Nervensystem. Leipzig 1796. S. 72*.

[6] Al. v. Humboldt, Die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Posen und Berlin 1797. Bd. II. S. 160*.

[7] Die Elektricität in der Medicin. Berlin 1857. S. 16*.

[8] Momenta quaedam, in variis de caloris animalis ortu dijudicandis theoriis, inque novo illius secundum leges dynamicas explicandi genere, praecipue trutinanda etc. Hafniae 1804. p. 150*; — Gilbert's Annalen der Physik. 1807. Bd. XXV. S. 157*.

[9] Müller's Archiv u. s. w. 1848. S. 144*.

certas in urinae compositione mutationes occurrere, Cl[i] viri Fr. Simon et Lehmann[1] nos docuere, quorum observationibus recentiori tempore innumerae fere aliorum auctorum animadversiones adjectae sunt, quas Ill[s] Lehmann summa cum industria collegit[2]. Simul oxygenii inhalationem acidique carbonici per pulmones excretionem augeri complurium auctorum testimoniis constat, quorum catalogum maxime completum apud Cl[m] virum H. Milne Edwards invenies[3].

Haec omnia quidem minus directe processus chemicos cum contractione musculorum conjunctos esse demonstrabant. Primus vero qui vestigia illa sequutus mutationes musculorum valde exercitorum chemicas absque ulla ambiguitate in lucem protulit, Cl[s] Helmholtz fuit, qui in musculis Ranae esculentae, Gadi lotae, Columbae, electricitate fatigatis extractum spirituosum auctum, extractum aquosum deminutum invenit, ratione habita quantitatis utriusque extracti in musculis quietis inventae[4].

Quae sagacissimi atque amicissimi viri observatio certe differentiam aliquam in compositione chemica musculorum exercitorum atque quietorum indicat. Quum autem utramque musculorum portionem, contractilitate alterius exhausta, initio operationum chemicarum, ut putredinem praecaveret, aqua bulliente immersisset;

[1] Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Artikel »Harn«. Bd. II. Braunschweig 1844. S. 21*.

[2] Fortsetzung von L. Gmelin's Handbuch der Chemie u. s. w. Bd. VIII. Abth. II. S. 306 ff.

[3] Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux etc. Paris 1857. t. II. p. 530*. — Sola, quod equidem noverim, Ill[i] Scharling experimenta ab auctore praetermissa sunt (Erdmann und Marchand, Journal für praktische Chemie. 1845. Bd. XXXVI. p. 458*; — 1849. Bd. XLVIII. p. 439. 440*). — Addendae porro Cl[i] Hirn observationes, ex illo tempore vulgatae. Cfr. Recherches sur l'Équivalent mécanique de la Chaleur, présentées à la Société de Physique de Berlin. Colmar 1858. p. 44 et suiv.*.

[4] Müller's Archiv u. s. w. 1845. S. 72*. Notatu non indignum videtur, analysin cordis bovini a Braconnot institutam (Annales de Chimie et de Physique. Août 1821. t. XVII. p. 388*) ab analysi aliorum ejusdem animalis musculorum a Berzelio facta (Lehrbuch der Chemie u. s. w. Bd. IX. Dresden und Leipzig 1840. S. 588*) ita discrepare, ut expectare debemus, si perpetuae inter vitam cordis agitationis rationem habeamus. Etenim ratio extractorum spirituosorum a Braconnot e corde aque Berzelio e reliqua carne paratorum : : 1.078 : 1.000, ratio vero extractorum aquosorum, ut a Berzelio computata sunt, : : 0.143 : 1.000. Ipse scilicet Braconnot extracti aquosi mentionem non fecit, quod Berzelius hisce verbis monet: »Auch scheint Braconnot nicht seine Aufmerksamkeit auf das Wasserextract des Fleisches gerichtet zu haben, und die 0.15 (pCt.), welche hierunter aufgenommen sind, bestehen bloſs aus phosphorsaurem Natron.« (L. c.)

quumque ex experimentis nostris supra relatis sequatur, carnem muscularem tali immersione certam mutationem experiri, quae ex omnibus illis momentis, supra (p. 23) a nobis enumeratis, pendeat; dubitare nunc possemus, an differentia ab Helmholtz observata in musculis non coctis eodem modo sese repraesentaret atque in musculis coctis, necessitasque ante oculos posita est, experimenta ejus, hujus momenti ratione habita, repetendi.

Alia mutationum chemicarum cum contractionibus musculorum frequentibus conjunctarum vestigia directa ex illo tempore reperta sunt a Justo Liebig, qui in carne vulpium a venatoribus occisarum, inque corde bovino, solita majorem Kreatini copiam invenit[1]; a Scherer, qui in corde bovino cum novam illam sacchari speciem, Inositum sibi nominatum, tum Hypoxanthinum detexit, quorum copia in reliquis musculis certe minima est[2]; denique a Carolo Matteucci, qui musculos convulsos plus oxygenii absorbere atque acidi carbonici exhalare observasse sibi visus est quam musculos quietos[3]. Hujus experimenta cum eodem eventu a Cl° Valentin repetita sunt[4]; neuter vero acutissimorum virorum exploravisse videtur, quantum ipsae contractiones, quantumque aëris agitatio illis effecta, ad augendum respirationis muscularis effectum in his experimentis valuerint.

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1847. Bd. LXII. S. 292*; — Chemische Untersuchung über das Fleisch u. s. w. S. 36. 37*.

[2] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1850. Bd. LXXIII. S. 322. 328*; — Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg u. s. w. 1850. Bd. I. S. 51*; — Bd. II. 1852. S. 212. 298*; — Canstatt's Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin u. s. w. im Jahre 1851. Bd. I. Physiologische Wissenschaften. Würzburg 1852. S. 91. 92*.

[3] Recherches sur les Phénomènes physiques et chimiques de la contraction musculaire. Comptes rendus etc. 7 Avril 1856. t. XLII. p. 648*; — Gazette médicale de Paris. 3me Série. t. XI. p. 245*; — Annales de Chimie et de Physique. Juin 1856. 3me Série. t. XLVII. p. 129*; — Archives des Sciences physiques et naturelles. Mai 1856. t. XXXII. p. 22*; — The London and Edinburgh Philosophical Magazine etc. June 1856. 4. Series. Vol. XI. p. 461*; — The American Journal of Science and Arts etc. September 1856. 2. Series. vol. XXII. p. 270*; — Il nuovo Cimento cc. Tom. III. 1856. p. 24*; — Lezioni di Elettro-Fisiologia. Corso dato nell' Università di Pisa nell' anno 1856. Torino 1856. p. XXXV*; — Cours d'Électro-physiologie etc. Paris 1858. p. 157*.

[4] Wunderlich's Archiv für physiologische Heilkunde. 1857. S. 285*.

§. XIV.

MUSCULI STRIATI FREQUENTER CONVULSI ACIDI FIUNT.

Equidem mutationem musculorum chemicam, vehementes illorum contractiones subsequentem, detexi, quae, cum hujus commentarii argumento arctissime conjuncta, plerisque ejusdem generis, quae modo enumeravi, phaenomenis eo excellit, quod absque ulla incertitudine aut ambiguitate multo commodius observari potest atque sensu chemico quoque melius definita est. Musculorum enim valde contentorum, facultate vero sese contrahendi adhuc gaudentium, sectionem transversam reactionem acidam praebere inveni. Experimentum diverse perfici potest.

A. Experimenta in ranis facta.

Primum ranam ita praeparavi, ut de animali nihil restaret, nisi columna vertebralis cum medulla spinali ea contenta, nervus alter ischiadicus atque musculus gastrocnemius. Tum musculum gastrocnemium ope apparatus mei, nomine »Schlitten-Apparat« vulgati, τεταvίζειν coepi; initio medullam spinalem debilissimis ictibus irritans, atque prout ejus vires declinabant, sensim fortioribus usus irritamentis; deinde pariter vires omnium nervi partium ordine exhauriens, donec ad musculum ipsum attingerem; postremo hunc ictibus exponens, dum etiam vehementissimis apparatus fluminibus ad contractiones pro tempore non amplius incitaretur. Quum nunc sectionis ejus transversae reactionem cum reactione sectionis transversae alterius ejusdem ranae gastrocnemii, qui quietus remanserat, comparassem: macula musculo ἐτετανισμένῳ facta manifeste magis rubra inventa est, quam macula musculo quieto facta, et haec macularum differentia post siccationem distincta remansit. Post aliquot horae minuta prima elapsa caeterum musculi exhausti atque dissecti fragmenta denuo stimulo electrico obedivere.

Contra hujus experimenti eventum eadem suspicio moveri potuit, quam Helmholtz in suis tentaminibus supra relatis eo vitare conatus est, quod machinam electricam, loco fluminum galvanicorum aut quae dicuntur inductorum, ad τεταvίζειν adhibuit, mutationem nempe chemicam in musculo non contractione ejus, sed electrolysi effectam esse, quum postremo musculus ipse supra electrodos stratus esset. Experimentum igitur iteravi, hujus momenti ratione habita; eadem vero differentia

inter maculas musculo ἐτετανισμένῳ atque quieto factas apparuit, etsi propter minorem tetani durationem, aut contractionum summam, paullo minus distincta.

Idem periculum in rana viva hocce modo repetivi. Ranae in machina, quam in libro meo descripsi[1], firmatae aortam abdominalem ligavi, atque nervum ischiadicum alterius lateris in poplite dissecui. Deinde taenias e zinco confectas duas per pellem dorsi trajeci, unam in scapularum, alteram in lumborum regione. Taenias cum extremitatibus voluminis fili cuprei secundarii mei apparatus, voluminis primarii autem extremitatem unam cum pendulo metronomi, a Maelzel inventi, alteram filo duplici cum zinco atque platino duorum elementorum, quae nominantur, Groveanorum connexui, quorum platinum atque zincum cum duabus scutellis hydrargyro plenis conjuncta erant. Pendulum vero metronomi quum inter oscillandum modo in hanc, modo in illam scutellam immergeret, flumen galvanicum, nunc in hoc, nunc in illo elemento ortum, circulum apparatus primarium nunc hac, nunc illa directione percurrit. Per totum autem tempus quod immersio penduli in hydrargyrum durabat, quippe quod horae minutum secundum circiter aequabat, lamina apparatus elastica oscillabat, atque ictuum series, qui inducti vocantur, electricorum, medullam ranae spinalem, modo hac, nunc illa directione perrumpebat, ita ut omnes animalis musculi convellerentur, iis exceptis, quorum nervi secti erant. Mox vero ii tantum ictus ad excitandam medullam valuere, qui, inter aperiendum circulum primarium orti, in medulla ab humeris ad lumbos descenderent. At ictus contrarii ad restituendum statum medullae, illis ictibus alteratae, pristinum serviebant. Mirum erat, quodammodo animalis arbitrio permissum esse, utrum ictibus τετανίζουσι obediret, necne. Interdum duas, tres, plures penduli immersiones, quae ictibus in medulla descendentibus respondebant, praetermittebat; tum subito, nulla, quod noverim, re mutata, quam vehementissime ἐτετανίζετο. Mirum quoque erat, ranam, quum in eo statu versabatur, quo ictibus resistebat, statim ictibus obedire atque iis quam vehementissime convelli, si manu corripiebatur. Quae quomodocumque se habeant, ingens certe contractionum summa hoc modo elici potest. Pendulum enim in horae minuto primo 38.5 oscillationes faciebat, atque in duas horas experimentum commode protrahi poterat, ita ut, ictuum tantummodo medullam deorsum percurrentium ratione habita, $120 \times 19.25 = 2310$ vices

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. Berlin 1848. S. 453. Taf. III. Fig. 23. 24. Taf. IV. Fig. 22.

musculi per horae minutum secundum, aut in toto per 38.5 horae minuta prima, ἐτετανισμένοι sint.

Quo facto, quum utriusque musculi gastrocnemii, vivae ranae subrepti, sectionem transversam chartae exploratoriae taeniae duplici imprimerem, macula musculo ἐτετανισμένῳ facta in pluribus experimentis manifeste rubra inventa est, altera contra macula solitum praebuit habitum, quamquam musculus ἐτετανισμένος quicto majorem sanguinis copiam continebat. Caeterum rana postero die reliquis musculis, qui tetanum participaverant, alacriter usa est.

Aortam hoc in experimento ligavi, ne acidum in fasciculis musculi ortum sanguine alkalino perpetuo renovato elueretur. Ecce experimenta, quae prudenter me hac in re consuluisse demonstraverunt. Quum enim superius experimentum aorta non ligata iterassem, valde minor inter musculi quieti atque ἐτετανισμένου reactionem observata est differentia. Quumque experimentum altera tantummodo arteria iliaca communi ligata, utroque plexu sacrali incolumi, repetivissem, haec observata sunt: musculi pedis, cujus arteria non ligata erat, multo longius atque vehementius convulsi sunt, quam musculi pedis, influxu sanguinis arteriosi privati. Illi, mirabile dictu, sanguine magis solito inanes, hi vero sanguine redundantes inventi sunt. Nihilominus illi vix ullum acidi vestigium praebuere, hi vero, etsi majorem alkali vim continentes, manifeste acidos se praestitere.

Ranae, cui aortam ligavi, alterumque plexum sacralem dissecui, quamque strychnino interemi, gastrocnemius uterque eandem reactionem praebuit neutralem, etsi leve forsan acidi vestigium in macula musculo ἐτετανισμένῳ facta denotari potuit. Perspicuum est, hoc in casu tetanum non satis longe durare, ut acidi quantitas sufficiens in musculis accumuletur.

B. Experimenta in cuniculis atque canibus facta.

Subtiliora igitur atque molestiora haec experimenta in animantibus frigidi sanguinis videntur, quamvis fibrae muscularis acidificatio contractione effecta certe ultra dubium posita sit. Nunc vero ad animalia calidi sanguinis me converti, ubi propter majorem omnium processuum chemicorum intensitatem majores quoque hujusmodi effectus exspectabam. Nec haec exspectatio omnino me frustata est.

Jam quum de reactione musculorum quietorum in avibus ac mammalibus observationes faciebam, saepius mihi accidit, ut, animalibus inter agoniam vehe-

menter convulsis, musculos acidulos invenerim. Quamobrem posterius animalia veneno Curara interficere solitus sum (vide supra p. 26. 27). Nunc autem quum cuniculum, postquam alterum ejus nervum ischiadicum in poplite dissecueram, strychnino necassem, atque continuo post ultimum convulsionum accessum reactionem musculorum ejus examinassem: musculos, ex secto nervo pendentes, qui quieti remanserant, alkalinos, reliquos autem musculos, qui convulsi erant, manifestissime acidos inveni. Nobile est experimentum, ob simplicitatem atque gravissimi eventus perspicuitatem, monstrandoque in praelectionibus aptissimum.

Idem tentamen in cane, at nescio quam ob causam non cum aeque felici eventu, saepius institui. Reactio musculorum quietorum alkalina (cfr. supra p. 28), convulsorum neutralis, itaque magis acida certe, inventa est. Quam quidem differentiam dixerit aliquis, eo explicari posse, quod musculi convulsi minorem sanguinis copiam fortasse continebant.

Alia eandem rem in cuniculo demonstrandi methodus haecce est. Cuniculus in tabula vinculis firmatur, quasi extremitatibus extensis ventre cubaret. Tum laminae zinceae duae, filis cupreis cum volumine apparatus mei secundario conjunctae, utraque per duas incisiones longitudinales, pelli dorsi factas, in humerorum et lumborum regione trajiciuntur. Facile ita est, cura habita ictuum in medulla spinali directionem subinde invertendi, cuniculum usque ad extremam omnium musculorum exhaustionem τετανίζειν. Inter tetanum miser clamorem tollit, pupillae dilatantur (propter regionem cilio-spinalem ictibus pervasam), caput retro flectitur, totumque corpus tam vehementi tremore correptum videtur, ut tonus musicus altitudinis definitae (gravissimus certe) oriatur, quod primum in experimentis Eduardi Pflueger audivi, qui, ut nervorum splanchnicorum organum centrale in medulla spinali situm irritaret, simili ad τετανίζειν methodo usus est[1]. Sanguis denique fuscus fit, ob tetanum musculorum ad respirationem servientium, nec dubium est, experimento nimis protracto cuniculum diem obiturum esse.

Musculi cuniculi tali modo ἐτετανισμένου reactionem praebent acidam; si vero nervus ischiadicus alterius lateris dissectus est, musculi ex eo pendentes cum

[1] Bericht über die ...... Verhandlungen der Königlich Preufsischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 12. Juli 1855. S. 489*; — Eduardus Pflueger, De nervorum splanchnicorum functione. Dissertatio inauguralis etc. Berolini 1855. p. 11*; — Idem, Ueber das Hemmungsnervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme. Berlin 1857. S. 19*.

quieti tum alkalini remanent. Quod certe nihil aliud est, nisi superioris experimenti, in quo strychnino usi sumus, confirmatio. Attamen haec nova experimentum perficiendi methodus aliam eo praecellit, quod animal vivum servari potest atque sic opportunitas praebetur, fibrae muscularis acidificationis historiam ulteriorem indagandi. Est enim quaestio gravissima, quid ex acido in musculis inter contractiones nato fiat. Unum tantum hactenus experimentum institui, ut hoc discerem, at cum satis fausto eventu. Cuniculo supra dicto modo ictibus electricis ἐτετανιϛμένῳ continuo segmentum musculi ex altero femore excidi, quod quidem manifestissime acidum inveni. Vulnere sutura clauso, cuniculo quies concessa est. Initio incredibiliter defatigatus extensis extremitatibus in latere cubavit, calorque ejus proprius singulariter deminutus videbatur. Post duas vero circiter horas vires sensim collegit, more solito insedit atque cibum non amplius repudiavit. Post quinque horas, et quod excedit, vulnus apertum, novaque musculi pars e femore excisa est, quam nunc manifestissime alkalinam inveni. Vulnus iterum suendo clausum, atque animal, ut alia in eo tentamina instituerentur, servatum est. Paucis diebus post, sagitta venenata, ut veneni naturam discerem, illud vulneravi e pharetra quam Cl^s vir Theodorus Jagor nuper e paeninsula Malacca mihi misit. Tetanus ortus est, cui animal succubuit; tertiaque musculi pars e femore excisa nunc acida denuo inventa est. Ex hoc experimento igitur nobis concludere licet, acidum in musculis vel praeter modum naturalem accumulatum inter paucas horas plane evanescere, quod verisimiliter eo efficitur, quod sanguinis alkali liberi pars acidum musculorum liberum saturat. At causa mihi est suspicandi, multo brevius temporis spatium acido evanescendo sufficere.

Cor animalium quum musculus sit a primis vitae exordiis usque ad mortem perpetuo agitatus, aliaque jam in eo reperta sint processuum chemicorum, qui contractionem comitantur, vestigia, quae in reliquis musculis desiderantur, quumque jam Cl^s C. Aug. Sigm. Schultze cordis carnem prae reliquorum musculorum carne acidam sese invenisse enarrasset (vide supra p. 3): acidam illius sectionem in statu vivente me inventurum esse exspectabam. At in Rana, Columba, Bove, Cuniculo, Cavia cobaya haec exspectatio ad irritum cecidit. Cor bovinum tantummodo prius quam reliqui ejusdem animalis musculi acidum fierimihi visum est. Doct^s vir Guilelmus Kuehne tamen literis Lutetiae X ante Calendas Martias die datis Canis atque Felis cor recens acidum se invenisse mihi significavit. Qui cum experimenta sua in cordibus

animalium instituerit, ab ingeniosissimo viro Claudio Bernard alio consilio mactatorum, in mentem mihi venit, fortasse horum animalium cor ante mortem ob angorem atque furorem, quos inter vivisectionem experta sunt, valde agitatum fuisse. Quamobrem utrumque cuniculi nervum vagum dissecui, ut cor ejus continuis palpitationibus exhauriretur. Ingens statim orta est dyspnoea, atque animal, etsi robustus mas, jam hora XXII post operationem vix praeterlapsa, me absente, animam efflavit. At quum brevi postea mortuum invenissem, illico thoracem aperui, atque cor adhuc irritabile inveni, ita ut ventriculi contractio cuique adtactui responderet; reactio autem ei manifeste alkalina fuit. Quum vero incertum adhuc sit, annon utroque nervo vago dissecto labor, quem vocant, mechanicus a corde in propellendo sanguine expensus justo minor potius, quam major fiat, cui labori mutationes chemicae in musculo occurrentes respondere debeant, omnino dubitare licet, utrum hujus experimenti ratio bene excogitata fuerit.

C. Experimenta dijudicantur.

Maculae rubrae, musculorum ἐτετανισμένων sectione transversa in charta coerulea factae, durant, similisque differentia obtinet inter reactionem musculi cuniculi ἐτετανισμένου et reactionem musculi quieti, per certum tempus coctorum, atque sine coctione. Maculae illae igitur non ex acido carbonico, auctoribus Matteucci et Valentin inter contractionem copiosius in musculis evoluto, pendent. Quumque maculae rubrae persistentes nec, ut supra monuimus (p. 15) e phosphatis kalici acidi praesentia pendere possint, verisimillimum videtur, acidum inter contractionem ortum paralacticum esse. Quod eo confirmaretur quod Berzelius, ut anno 1841 Cl° Lehmann in Suecia versanti enarravit, e musculis animalium a venatoribus agitatorum solita majorem, e musculis contra artuum paresi laborantium solita minorem acidi lactici copiam parasse sibi visus sit[1]. Nec non Lehmann acidi la-

[1] Haec e literis, quas Cl^s Lehmann Calendis Martiis hujus anni benigne mihi dedit, didici. Huc igitur ea, quae Lehmann in libro suo habet, referenda sunt: »Berzelius glaubt sich über»zeugt zu haben, dafs ein Muskel desto mehr Milchsäure enthält, je mehr er vorher angestrengt »worden ist.« (Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. Leipzig 1850. S. 103°; — Cfr. Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. Heidelberg 1852. S. 31°; — Zweite Auflage. Leipzig und Heidelberg 1858. S. 35°; — Schlossberger, Die Chemie der Gewebe u. s. w. Leipzig und Heidelberg 1856. Kontraktile Thiersubstanzen. S. 187°). Nusquam vero suas de hac re observationes Berzelius ipse publici juris fecisse videtur.

ctici copiam in urina contentam corporis exercitatione augeri se demonstrasse olim credidit[1], quum hodierno die Chemici potius de acidi hujus praesentia in urina normali dubitent[2].

Ecce igitur fibrae muscularis acidificatio, ut supra (p. 26) pollicitus sum, sine fibrinae muscularis coagulatione effecta. Infinita certe hic conjecturarum, et quidem ad gravissimas physiologiae nutritionis quaestiones spectantium, mentis oculis series, novaque atque gratissima experimentis arena aperitur. Nobis autem neque hanc intrare nunc ipsum licet, neque illis indulgere placet. Utilius erit, contradictionem praevenire, quae contra experimenta nostra proferri posset. Dubitare enim aliquis posset, acidificationem fibrae muscularis tetano effectam reapse ab ea distinctam esse, quae musculis rigesccntibus evenit. Dicerc posset, inter tetanum certum fasciculorum numerum propter nimiam contentionem emori, rigescere, itaque musculi sectionem transversam acidam fieri. Tetano finito, rigorem horum fasciculorum sanguinis arteriosi influxu sensim eodem modo solvi, ut in experimentis a Stannio et Brown-Séquard relatis observatum sit. Musculi redivivi sectionem transversam sic neutralem denuo evadere.

Et primum notandum est, idem argumentum ad reliqua omnia hujusmodi tentamina, e. gr. Cl[i] Helmholtz, quae supra commemoravi, pertinere. Nec prorsus inane forsan hoc argumentum est, ubi experimenta respicimus, in quibus musculi casu aut de industria usque ad extrcmam exhaustioncm *ἐτετανισμένοι* sunt. At quamvis in primis meis de hac re periculis, in ranis atque cuniculis factis, saepius usque ad exhaustionem musculorum, quatenus medullae et nervorum sola irritatione fieri potest, processissem, atque hoc ad augendum effectum, in ranis saltem, haud inutile sit; tamen neque tanta tetani duratione ad fibrae muscularis acidificationem omnino opus est, neque admodum perfecta musculorum exhaustio ita obtineri potest. Etenim ad musculorum irritabilitatem vere exhauriendam ictus electrici ipsam eorum substantiam pervadere debent. Musculi vero cuniculi strych-

[1] Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Artikel: »Harn«. Bd. II. Braunschweig 1844. S. 21*; — Fortsetzung von L. Gmelin's Handbuch der Chemie u. s. w. Heidelberg 1857. Bd. VIII. Abth. II. S. 338*.

[2] Heintz, Lehrbuch der Zoochemie. Berlin 1853. S. 251. 879. 884*; — Neubauer und Vogel, Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns u. s. w. 2. Aufl. Wiesbaden 1856. S. 39*.

nino interfecti, acidam reactionem praebentes, vel levioribus irritamentis, etiam mechanicis, alacriter obediunt, quin nervo forficis ope transscisso sese contrahunt. Absurdum foret, tales musculos exhaustos nominare. Acidificatio contractionibus effecta caeterum ad universum musculum pertinet; macula rubra sectione ejus facta concolor est, nullis regionibus coeruleis interspersa. Jam patet igitur, fasciculos hic revera in statu vivente acidum continere; atque nego, acidificationem musculi tetano effectam rigore praecoci quorundam fasciculorum nimis contentorum explicari posse.

Quod, si eo adhuc opus esset, observatione nuper a Doct° viro Guilelmo Kuehne facta, quam literis Lutetiae Nonis Februariis datis mecum communicavit, penitus confutaretur. Qui quum experimenta Stannii atque Brown-Séquard in ranis iterasset, ratione habita musculorum inter rigescendum acidificationis, solutionem rigoris exorsi musculique in integrum restitutionem sanguinis arteriosi influxu tum tantum succedere, quum musculus nondum rigoris progressu acidus factus est, compluribus periculis et quidem accuratissime institutis, sibi persuasit.

Notatu denique videtur dignum, acidificationem fibrae muscularis contractionibus effectam tertiam nobis afferre rationem, qua, cur Chemici de musculorum reactione pravam sententiam protulerint, explicare possimus. E. gr. facile fieri posset, ut acidi praesentia a Gustavo Siegmund in utero puerperae demonstrata e contractionibus ejus inter puerperium, quod justo prius arte provocatum erat, repetitis pependisset. Simili jam modo Cl^s^ Schlossberger, quum haec mea experimenta jam plures ante annos praeter meum consilium vulgata essent[1], discrepantiam inter Cl^orum^ virorum Lehmann et M. S. Schultze, quod reactionem musculorum laevium attinet, experimenta explicare conatus est[2]. (Cfr. supra p. 28. 29.)

§. XV.

REACTIO MUSCULORUM EMORTUORUM ACIDA AD FACULTATEM EORUM, DUM VIVUNT, ELECTROMOTIVAM EXPLICANDAM NIHIL VALET.

Restat, ut Ill^i^ Liebig aliorumque sententiam accuratius recenseamus, acidi muscularis atque alkali sanguinis commixtionem fontem esse fluminis musculorum galvanici.

[1] Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. Heidelberg 1852. S. 31. 341*; — Schlossberger, Die Chemie der Gewebe u. s. w. Kontraktile Thiersubstanzen. S. 187. 213*.

[2] Schlossberger, loco modo citato, p. 165. 187*.

Ad comprobandam illam Ill^s^ Liebig Cl^m^ Buff ad hoc experimentum perficiendum incitavit: Cl^s^ Buff columnam ad instar columnae Voltaïcae construxit e stratis alternantibus coactilis sanguine rigati, carnis muscularis atque substantiae cerebralis, quae reactionem alkalinam valde debilem praebebat. Quae columna, quum ope laminarum e platino confectarum cum multiplicatore electro-magnetico connecteretur, acum non parum declinasse dicitur, eo quidem sensu, ut flumen indicaretur a sanguine ad carnem directum; utrum in columna, an in multiplicatore, in dubio relinquitur. Quum loco substantiae cerebralis aqua adhiberetur, actio valde debilitata est. Caeterum stratuum ordo atque numerus accuratius non definiuntur, nec discimus, an laminae platineae in utraque columnae extremitate eandem substantiam tangerent, necne[1].

Experimentum Liebigianum non est novum. Etenim jam anno 1803 Lagrave Lutetiae columnam ad instar columnae Voltaïcae e coactili, carne musculari ac substantia cerebrali erexit atque ejus efficaciam ope ranae ad Galvanii modum paratae exploravit[2]. Cujus experimentum certe adeo minus perfectum Liebigiano. Ranae ope fluminis directio determinari vix potuit, neque constat quidem, contractiones ranae quae inter claudendum atque aperiendum circulum ortae sunt, non e flumine ranae proprio, sed columnae, pependisse[3].

Quae quomodocumque se habeant, experimentum Liebigianum ad comprobandam ejus theoriam certe nihil valet, quum vivi quietique musculi fasciculos acidum liberum vix continere jam a nobis demonstratum sit.

Cui addam, musculos aqua saccharina repletos omnes effectus electricos solitos non minus praestare quam musculos sanguine adhuc praeditos. Flumen nempe musculi gastrocnemii incolumis, variationem ejus negativam inter contractionem, flumen musculi adductoris magni atque nervi ischiadici transverse sectorum in rana, cujus sanguinem aqua saccharina depuleram, quam pulcherrime observavi. Quumque ranae unum tantum pedem, ligata arteria iliaca communi alterius lateris, a bulbo aortae aqua saccharina implevissem atque utrumque adductorem magnum eo, quem in libro descripsi[4], modo in circulo multiplicatoris collocassem, ita ut

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie u. s. w. 1847. Bd. LXII. S. 339. Anm.*; — Chemische Untersuchung über das Fleisch u. s. w. S. 83*.

[2] Gilbert's Annalen der Physik. 1803. Bd. XIV. S. 230*.

[3] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. Berlin 1848. S. 483.

[4] Ebendas. S. 633. 698. 709.

flumina eorum sibi invicem obviam irent, in quatuor experimentis ter musculus exsanguis victor evasit: casu fortasse, fortasse vero quia aqua saccharina flumini galvanico magis quam sanguis resistit, liquor autem in vasis sanguineis contentus flumen in circulo multiplicatoris, propter alteram, quam ei offert, qua meet, viam, eo magis debilitare debet, quo melius electricitatem conducat.

Quod superest, quum Liebigianum tentamen supra descriptum in melius mutare studens, bovis musculi, rigore acidi facti, atque tendinis partem inter multiplicatoris pulvilla terminalia (»Bäusche«), solutione natri hydrochlorici rigata, collocassem, flumen certe galvanicum ortum est, et quidem ab alkali per multiplicatorem ad acidum directum, sicut ad explicandum flumen musculi requireretur. Quum vero huic flumini in eodem circulo ipsum flumen musculi transverse secti opponerem, pariter inter pulvilla solutione natri hydrochlorici rigata collocati, flumen musculi illud flumen incredibili modo superavit, ita ut quam luculentissime pateret, differentiam electrochemicam acidi in musculis rigentibus contenti atque alkali sanguinis aut lymphae ad explicandum flumen musculi nihil pollere.

Sic Liebigianae theoriae fundamentum plane sublatum est, nec amplius eo, quo Liebig et alii voluerunt, sensu eam defendi posse, jam satis constat. Verumtamen etiam in musculo vivo leve observavimus sectionum electrice heterogenearum discrimen chemicum, quum sectionem longitudinalem cum naturalem tum artificialem reactione manifeste alkalina, sectionem vero transversam artificialem reactione neutrali, interdum modo ad alkalinam vergente, instructas invenerimus. Quod discrimen ad gignendum flumen musculi certe nihil valet, quum discrimen valde majus inter acidum musculorum rigentium atque alkali lymphae ad illud non sufficere invenerimus. Tamen utrum ad fluminis musculi intensitatem augendam aut minuendam aliquid conferat, et utrum acidum inter contractionem liberatum in variatione fluminis musculi pariter inter contractionem observata, quam vocare soleo, negativa efficienda partem aliquam agat, nunc investigandum nobis esset. Hanc vero disquisitionem subtiliorem atque explicatione difficiliorem, utpote quae cum hujus commentarii argumento minus arcte connexa sit, aque linguae latinae genio, sat superque jam a nobis, ni fallor, torto atque excruciato, magis adhuc abhorreat, alio loco sermone vernaculo expressam publici juris faciam.

ARGUMENTORUM, QUAE SINGULIS TRACTATA SUNT PARAGRAPHIS, CONSPECTUS.

BEROLINI, TYPIS EXPRESSIT GUSTAVUS SCHADE.